

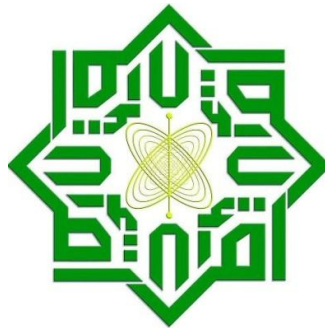
**SIMULASI MEKANISME PEMBELAJARAN  
CARA KERJA *FUELPUMP* DENGAN MENGGUNAKAN  
*AUGMENTED REALITY (AR)***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada  
Jurusan Teknik Informatika

Oleh:

**ZUL FADLY**  
**10651004321**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU  
2013**

## KATA PENGANTAR



*Assalammu'alaikum wr wb.*

*Alhamdulillah rabbil'alamin*, penulis ucapkan sebagai tanda syukur yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat yang diberikan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam terucap buat junjungan Baginda Rasulullah Muhammad SAW, karena jasa Beliau kita bisa menikmati zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan pada jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penulisan dan penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Orang tuaku tercinta yang selalu memberikan doa, motivasi, bimbingan yang tiada hentinya, serta telah banyak berkorban demi keberhasilan anak-anaknya. Semoga mereka selalu dalam lindungan Allah SWT dan segala pengorbanan yang mereka berikan mendapat pahala dari Allah SWT, Amin.
2. Bapak Prof. DR. H. M. Nazir, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Ibu Dra. Hj. Yenita Morena, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Bapak Novriyanto, S.T, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika
5. Bapak Benny Sukma Negara, M.T, selaku pembimbing tugas akhir
6. Bapak M. Irsyad M.T, selaku penguji I tugas akhir
7. Bapak Febi Yanto M. Kom, selaku Penguji II tugas akhir.

8. Bapak Iwan Iskandar, M.T. selaku Koordinator tugas akhir Jurusan Teknik Informatika.
9. Bapak Hendri, Ibu Neri, terima kasih atas segala dukungan dan motivasinya hingga terselesaikannya kuliahku untuk mendapatkan gelar Strata 1 ini.
10. Adik-adikku, Dicky Fernando, Awalul Fajri Pisco, Andhika Rizki Pratama yang selalu Abang sayangi.
11. Sahabat-sahabatku: Tamin, selamat, jomy, rony, pendi, candra, khairul, mustakim, aidil, angga, zulkifli, zaid, rocki. Semoga kita selalu diberi kelancaran oleh Allah dalam menggapai cita-cita dan menjadi makhluk yang sukses. Amin.
12. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Informatika angkatan 2006 dan adik tingkat deswardi, zia, welly, afdal.
13. Teman-teman club Respect kita-kita zack, feri, adit, nia, sinta.
14. Orang-orang yang pernah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, saya ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan laporan ini. Akhirnya, penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan sesuatu yang bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya. Amin.

*Wassalamu'alaikum wr.wb.*

Pekanbaru, 12 Februari 2013

**Penulis**

**SIMULASI MEKANISME PEMBELAJARAN  
CARA KERJA *FUEL PUMP* DENGAN MENGGUNAKAN  
*AUGMENTED REALITY (AR)***

**ZUL FADLY  
10651004321**

Tanggal Sidang : 12 Februari 2013

Periode Wisuda : Juni 2013

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
Jl. Soebrantas KM 15 No. 155 Pekanbaru

**ABSTRAK**

Teknik pembelajaran dengan memperlihatkan gambar pada buku tentang suatu pelajaran yang bersifat abstrak dan disampaikan dengan metode ceramah merupakan kendala bagi siswa untuk memahami pelajaran itu, karena tidak tampak atau waktu kejadiannya sudah berlalu. Untuk itu diterapkanlah multimedia sebagai media pembelajaran yang dapat membantu suatu sistem pembelajaran pada jurusan teknik mesin. Salah satu penerapan multimedia dalam tugas akhir ini adalah simulasi pembelajaran dengan menggunakan *Augmented Reality*, agar dapat mempermudah siswa untuk mengetahui cara kerja *Fuel pump* khususnya pada sepeda motor yang berteknologi tinggi seperti Yamaha V-ixion. Dengan melihat animasi yang tertera, maka siswa akan dapat mempelajari penyebab kerusakan yang sering terjadi pada sepeda motor Yamaha V-ixion. Bagi guru juga akan lebih mudah dalam menerangkan cara kerja dan hal-hal yang tidak dapat terlihat secara langsung pada komponen *fuel pump* tersebut.

**Kata kunci :** *Fuel pump*, multimedia, teknologi *Augmented Reality (AR)*,

***THE MECHANISM SIMULATION OF LEARNING  
HOW TO WORK USING FUEL PUMP  
AUGMENTED REALITY (AR)***

**ZUL FADLY  
10651004321**

*Date of Final Exam : February 12<sup>th</sup> 2013  
Graduation Period : June 2013*

*Informatics Engineering Department  
Faculty of Science and Technology  
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

***ABSTRACT***

*Learning techniques to show the image on a book about a subject that is abstract and presented with the lecture method is an obstacle for students to understand the lesson, not look or when it happened already passed. For that set of multimedia as a learning medium that can help a system of learning in engineering majors. One application of multimedia in this thesis is a learning simulation using Augmented Reality, in order to facilitate students to learn how the Fuel Pump in particular on the high-tech motorcycles like the Yamaha V-Ixion. By looking at the animation listed, then students will be able to learn the cause of the damage that often occurs in motorcycle Yamaha V-Ixion. For teachers will also be easier to explain the workings and the things that can not be seen directly on the component fuelpump.*

***Keywords:*** *Fuelpump, multimedia, technology Augmented Reality (AR).*

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR ISTILAH.....	xix
DAFTAR RUMUS .....	xvii
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Tujuan .....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	I-3
 <b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Pengertian media pembelajaran.....	II-1
2.1.1 Fungsi dari media pembelajaran.....	II-2
2.1.2 Manfaat dari media pembelajaran.....	II-2
2.2 Animasi.....	II-3
2.3 Definisi Augmented Reality.....	II-5
2.3.1 Cara Kerja <i>Augmented Reality</i> Berdasarkan Jenisnya. ....	II-8

2.3.2 Sejarah dan Perkembangan <i>Augmented Reality</i> . ....	II-9
2.3.3 Keuntungan <i>Augmented Reality</i> dalam Dunia Pendidikan. ....	II-11
2.3.4 ARToolkit. ....	II-11
2.3.5 Autodesk 3Dmax. ....	II-13
2.4 Fuelpump .....	II-13
2.4.1 Komponen-Komponen Dasar Utama Injeksi.. ....	II-15
2.4.2 Mekanisme <i>Fuelpump</i> .....	II-17
2.5 Penilaian Kualitas .....	II-18
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Metodologi Penelitian.....	III-1
3.1.1 Tahapan Studi Pendahuluan... ..	III-2
3.2 Konsep .....	III-2
3.3 <i>Design</i> (Perancangan).....	III-3
3.4 Material Collecting (Pengumpulan Bahan).....	III-3
3.5 Assembly (Pembuatan).....	III-3
3.6 Testing (Pengujian).....	III-4
3.7 Kesimpulan dan Saran .....	III-5
<b>BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN</b>	
4.1 Konsep <i>Augmented Reality Fuelpump</i> .....	IV-1
4.1.1 Buku Fuelpump .....	IV-2
4.1.2 Tujuan Buku <i>Fuelpump</i> .....	IV-3
4.2 Perancangan .....	IV-3
4.2.1 Perancangan <i>Storyboard</i> .....	IV-4
4.2.2 Perancangan <i>Interface</i> (Antarmuka) .....	IV-5
4.2.3 Perancangan Flowchart aplikasi .....	IV-12
4.2.4 Perancangan Marker .....	IV-14
4.2.4.1 <i>Design Marker</i> Model 3D.....	IV-14
4.2.4.2 <i>Design Marker Sound</i> .....	IV-16
4.2.5 Perancangan antar muka buku ARFuelpump .....	IV-18
4.2.6 Perancangan objek 3D.....	IV-19

4.3 <i>Material Collecting</i> .....	IV-19
4.3.1 <i>Analisa Sound</i> .....	IV-20
4.3.2 data animasi .....	IV-20

## **BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

5.1 Implementasi ( <i>Assembly</i> ).....	V-1
5.1.1 Batasan Implementasi .....	V-1
5.1.2 Tujuan Implementasi.....	V-1
5.1.3 Lingkungan Implementasi .....	V-2
5.2 Hasil Implementasi .....	V-2
5.3 <i>Testing</i> (Pengujian) .....	V-5
5.3.1 Pengujian menggunakan <i>Blackbox</i> .....	V-5
5.3.2 Pengujian Aplikasi ARFuelpump .....	V-7
5.3.2.1 Pengujian Deteksi Marker ARFuelpump .....	V-7
5.3.2.2 Pengujian Objek 3D ARFuelpump .....	V-8
5.3.2.3 Pengujian Sound ARFuelpump.....	V-9
5.3.2.4 Pengujian Aplikasi ARFuelpump dengan Perangkat Komputer Lain.....	V-10
5.3.2.5 Pengujian Kamera untuk Aplikasi ARFuelpump.....	V-14
5.3.2.6 Pengujian Ukuran Marker pada Aplikasi ARFuelpump.....	V-16
5.3.2.7 Pengujian Menggunakan User Acceptance Test.....	V-17
5.3.2.8 Pengujian Terhadap Guru.....	V-18
5.3.2.9 Pengujian Terhadap Ahli Animasi .....	V-20
5.3.2.10 Pengujian Terhadap Siswa.....	V-21
5.3.3 Kesimpulan pengujian Aplikasi ARFuelpump.....	V-23

## **BAB VI PENUTUP**

6.1 Kesimpulan .....	VI-1
6.2 Saran .....	VI-2

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**



## DAFTAR GAMBAR

Gambar

Halaman

2.1	Gambar 2.1 <i>Virtuality Continuum</i> .....	II-5
2.2	Gambar 2.2 simulator yang disebut sensorama dengan visual .....	II-9
2.3	Gambar 2.3 head-mounted display (HMD).....	II-10
2.4	Gambar 2.4 Peragaan Videoplace.....	II-10
2.5	Gambar 2.5 Augmented <i>reality</i> dengan ArToolkit .....	II-11
2.6	Gambar 2.6 Blok diagram cara kerja ARToolKit .....	II-12
2.7	Gambar 2.7 bentuk luar Fuel Injected Pumps (pompa injeksi) .....	II-14
2.8	Gambar 2.8 fuel injector.....	II-16
3.1	Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.....	III-1
4.1	Gambar 4.1 Skema Pemodelan aplikasi <i>Fuelpump</i> .....	IV-3
4.2	Gambar 4.2 Rancangan Tampilan Awal Selamat Datang ( <i>Welcome</i> ) .....	IV-5
4.3	Gambar 4.3 Rancangan Tampilan Petunjuk Penggunaan .....	IV-6
4.4	Gambar 4.4 Rancangan Tampilan Materi <i>Augmented Reality</i> .....	IV-7
4.5	Gambar 4.5 Rancangan Tampilan Materi <i>Fuelpump</i> .....	IV-8
4.6	Gambar 4.6 Rancangan Tampilan Materi tujuan.....	IV-9
4.7	Gambar 4.7 Rancangan Tampilan Materi Proses Animasi.....	IV-10
4.8	Gambar 4.8 Rancangan Tampilan Materi Tahapan Pengembangan ARToolkit .....	IV-11
4.9	Gambar 4.9 Rancangan Tampilan Simulasi AR dan Sound.....	IV-12
4.10	Gambar. 4.10 <i>Flowchart</i> penggunaan Aplikasi ARFuelpump .....	IV-13
4.11	Gambar 4.11 Halaman Buku yang terdapat sebuah <i>marker</i> .....	IV-18
4.12	Gambar 4.12 Objek bentuk luar <i>fuelpump</i> .....	IV-19
5.1	Gambar 5.1 Tampilan Animasi Menu Awal (Selamat Datang).....	V-3
5.2	Gambar 5.2 Tampilan Petunjuk cara penggunaan Aplikasi ARFuelpump.....	V-3
5.3	Gambar 5.3 Tampilan materi .....	V-4
5.4	Gambar 5.4 Tampilan Simulasi AR dan Sound.....	V-4

5.5	Gambar 5.5 Tampilan salah satu objek yang tampil di kamera.....	V-5
5.6	Gambar 5.6 Grafik kuisisioner guru .....	V-19
5.7	Gambar 5.7 Grafik kuisisioner ahli animasi .....	V-21
5.8	Gambar 5.8 Grafik kuisisioner siswa.....	V-23

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 <i>Storyboard</i> perangkat lunak interaktif untuk media pembelajaran ARFuelpump berbasis teknologi <i>Augmented Reality</i> .....	IV-4
4.2 Gambar <i>marker</i> objek 3D ARFuelpump .....	IV-14
4.3 Gambar <i>marker</i> Sound ARFuelpump. ....	IV-16
5.1 Pengujian <i>Blackbox</i> ARFuelpump .....	V-6
5.2 Tabel Pengujian Deteksi Marker ARFuelpump.....	V-7
5.3 Pengujian <i>Marker</i> Objek 3D ARFuelpump.....	V-8
5.4 Pengujian Marker Sound ARFuelpump .....	V-9
5.5 Pengujian ARFuelpump pada PC Rakitan .....	V-11
5.6 Pengujian ARFuelpump pada Compaq Presario V3000 .....	V-11
5.7 Pengujian ARFuelpump pada Toshiba Satelit L310.....	V-12
5.8 Pengujian ARFuelpump pada Toshiba Satelit M505.....	V-12
5.9 Pengujian ARFuelpump pada Toshiba Satelit M505.....	V-12
5.10 Pengujian ARFuelpump pada Notebook Toshiba -PC.....	V-13
5.11 Pengujian ARFuelpump pada Notebook Frontier FRNU 305.....	V-13
5.12 Pengujian ARFuelpump pada Notebook HP 520 .....	V-13
5.13 Pengujian ARFuelpump pada <i>Notebook</i> HP mini 110-3500.....	V-14
5.14 Pengujian Kamera dan Jarak ARFuelpump.....	V-15
5.15 Pengujian Ukuran Marker pada ARFuelpump .....	V-16
5.16 Nama-nama responden dari guru .....	V-17
5.17 Nama responden dari ahli animasi .....	V-17
5.18 Nama-nama responden dari siswa.....	V-17
5.19 Tabel hasil aspek multimedia dan penggunaan aplikasi oleh guru.....	V-18
5.20 Tabel hasil aspek multimedia aplikasi animasi oleh ahli animasi .....	V-20
5.21 Tabel hasil aspek multimedia dan penggunaan aplikasi oleh siswa .....	V-21

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
2.1 Lampiran Implementasi Render Objek 3D .....	A-1
2.2 Lampiran Perancangan Objek 3D.....	B-1
2.3 Lampiran Implementasi Buku ARFuelump .....	C-1
2.4 Lampiran Kuisisioner .....	D-1

## DAFTAR ISTILAH

<i>Air induction system</i>	= Sistem induksi
<i>Animation</i>	= Animasi
<i>ARToolkit</i>	= Aplikasi untuk menjalankan AR
<i>Atmospheric Pressure Sensor</i>	= Sensor untuk memberi masukan ke ECU kondisi tekanan udara lingkungan sekitar sepeda motor.
<i>Augmented Reality</i>	= Realitas ditambah
<i>Bearing</i>	= Bantalan
<i>Binary</i>	= Binari
<i>Blender</i>	= Perangkat lunak untuk membuat gambar 3 Dimensi
<i>Build</i>	= Membangun
<i>Cell animation</i>	= Animasi 2 D
<i>Chrome</i>	= Khrom
<i>Card</i>	= Kartu
<i>Cylinder</i>	= Isi silinder
<i>Configuration Properties</i>	= Susunan properti
<i>Color space</i>	= Untuk mengkompres warna yang ditangkap oleh kamera
<i>Check valve</i>	= Periksa katup
<i>Crankshaft sensor</i>	= Sensor untuk memberi masukan ke ECU posisi dan kecepatan putaran mesin
<i>Camshaft sensor</i>	= Sensor untuk memberi masukan ke ECU posisi langkah mesin
<i>Computer Assisted Animation</i>	= Animasi tradisional yang menggunakan tangan
<i>Computer Generated Animation</i>	= Animasi 3dimensi dengan program 3D
<i>Cube</i>	= Kubus
<i>Complicated Object</i>	= Objek banyak

<b><i>Configuration Properties</i></b>	= Susunan properties
<b><i>Command prompt</i></b>	= Perintah pendorong
<b><i>Consumer design</i></b>	= Promosi desain
<b><i>Costumize</i></b>	= Menyesuaikan
<b><i>Database</i></b>	= Basis data
<b><i>Dialog Box</i></b>	= Kotak dialog
<b><i>Dynamic</i></b>	= Dinamis
<b><i>Error</i></b>	= Kesalahan
<b><i>Entertainment</i></b>	= Hiburan
<b><i>Engineering design</i></b>	= orang yang membuat desain
<b><i>Electronic control system</i></b>	= Sistem kontrol elektronik
<b><i>Electrical control unit</i></b>	= Pusat pengolah data kondisi penggunaan mesin
<b><i>Fuelpump</i></b>	= Pompa minyak
<b><i>Fuel Injection</i></b>	= Bahan bakar injeksi
<b><i>Fuel injected pumps</i></b>	= Pompa injeksi
<b><i>Filter</i></b>	= Saringan
<b><i>Fuel system</i></b>	= Sistem bahan bakar
<b><i>Frame rate</i></b>	= Untuk mengatur tingkat kecepatan kamera dalam menangkap gambar bergerak
<b><i>Format</i></b>	= Bentuk
<b><i>Fuel injector</i></b>	=Gerbang menyemprotkan BBM ke dalam mesin
<b><i>General</i></b>	= umum
<b><i>Illumination</i></b>	= Penerangan
<b><i>Inlet valve</i></b>	= Katup klep masuk
<b><i>Inlet air temperature sensor</i></b>	= Sensor untuk memberi masukan ke ECU kondisi suhu udara yang akan masuk ke mesin

<b><i>Inlet air pressure sensor</i></b>	= Sensor untuk memberi masukan ke ECU kondisi tekanan udara yang akan masuk ke mesin
<b><i>Inbetween</i></b>	= Diantara
<b><i>Interface</i></b>	= <i>Tampilan</i>
<b><i>Keyframing</i></b>	= Kunci penggambaran
<b><i>Literature</i></b>	= Literatur
<b><i>Library</i></b>	= Pustaka
<b><i>Linker</i></b>	= Hubungan
<b><i>Library research</i></b>	= Studi kepustakaan
<b><i>Map creation</i></b>	= Peta penciptaan
<b><i>Modelling</i></b>	= Pemodelan
<b><i>Medical</i></b>	= Kedokteran
<b><i>Military training</i></b>	= Latihan militer
<b><i>Marker</i></b>	= Pengenalan objek AR
<b><i>Mesh</i></b>	= Bertautan
<b><i>Nylon</i></b>	= Nilon
<b><i>Output</i></b>	= Keluaran
<b><i>Obsevation method</i></b>	= Observasi
<b><i>Output frame</i></b>	= Gambaran keluar
<b><i>Output size</i></b>	= Untuk mengatur ukuran dari layar kerja
<b><i>Partice</i></b>	= Partikel
<b><i>Primitive object</i></b>	= Objek primitif
<b><i>Polygon</i></b>	= Persegi banyak
<b><i>Patch</i></b>	= Tambalan
<b><i>Pressure regulator</i></b>	= mengatur kondisi tekanan bahan bakar minyak
<b><i>Reflectivity</i></b>	= Daya pemantulan
<b><i>Rendering</i></b>	= Pembacaan
<b><i>Robotics</i></b>	= Robot
<b><i>Rotation</i></b>	= Perputaran

<i>Scale</i>	= Skala
<i>Scripting</i>	= Naskah
<i>Simulation</i>	= Simulasi
<i>Speed sensor</i>	= Sensor untuk memberi masukan ke ECU kondisi kecepatan sepeda motor
<i>Shaft</i>	= Batang
<i>Sound</i>	= Suara
<i>Software</i>	= Perangkat lunak
<i>Sphere</i>	= Bola
<i>Subsurface scattering</i>	= Bawah permukaan hamburan
<i>Transparency</i>	= Transparan
<i>Telerobotics</i>	= Seorang operator robot
<i>Throttle</i>	= Mencekik
<i>Temperature sensor</i>	= Sensor untuk memberi masukan ECU kondisi suhu mesin
<i>Throttle sensor</i>	= Sensor untuk memberi masukan ECU posisi dan besarnya bukaan aliran udara
<i>Tool</i>	= Perangkat
<i>Vehicle-down sensor</i>	= Sensor untuk memberi masukan ECU kondisi sepeda motor, jika motor terjatuh dalam kondisi mesin hidup.
<i>User</i>	= Pengguna
<i>Webcam</i>	= Kamera pada komputer



## DAFTAR RUMUS

Rumus	Halaman
2.1 Rumus penilaian kualitas.....	II-18

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Sistem pembelajaran dengan menggunakan media komputer pada saat ini sudah banyak digunakan sebagai alat bantu dalam kegiatan belajar mengajar. Salah satu pembelajaran yang menggunakan media komputer ini adalah pengenalan model gambar dua atau tiga dimensi yang diperlukan pada berbagai aplikasi simulasi atau model dari objek nyata yang sulit disajikan secara fisik karena keterbatasan alat peraga yang ada. Dengan teknologi yang dapat mensimulasikan objek tersebut, maka akan menunjang tingkat pemahaman atau mempermudah siswa dalam memahami tentang suatu pengetahuan yang diterangkan oleh guru.

Dengan cara memperagakan objek yaitu berupa *fuelpump* yang diterapkan oleh guru untuk disampaikan kepada siswa itu merupakan tradisi dalam keseharian, sehingga guru relatif mendapat kesulitan untuk memberikan penjelasan tentang pembelajaran mengenai simulasi kerja objek *fuelpump* yang diterangkan secara fisik, maka untuk itu perlu penggambaran tiga dimensi dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*. Dengan hadirnya teknologi yang dapat mensimulasikan objek tersebut, Guru relatif mendapat kemudahan untuk menjelaskan tentang simulasi objek yang akan dipelajari oleh siswa. Bagi siswa juga mendapat kemudahan dalam menunjang proses pemahaman tentang simulasi objek yang diterangkan oleh guru dalam aspek visual.

Terkait penelitian dilakukan sebelumnya mengenai *Augmented Reality (AR)*, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* merupakan teknologi yang memungkinkan menggabungkan suatu object 3D ke lingkungan yang nyata, melalui sebuah *webcam*. (Ronald T. Azuma, 1997). *17 fields of Augmented Reality Applications*. *Augmented Reality* merebak secara cepat di berbagai bidang yang belum dapat dijangkau oleh pendahulunya (Gianluigi, 2010).

Objek berupa *fuelpump* tersebut berada didalam tangki bahan bakar sepeda motor yang menggunakan teknologi injeksi, karena letak dari pada *fuelpump* tersebut berada di dalam tangki bahan bakar, maka siswa sulit untuk memahami cara kerja atau permasalahan yang terjadi pada *fuelpump*. Oleh karena itu dengan diterapkannya cara pembelajaran interaktif yang disimulasikan secara visual dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* ini dapat membantu guru untuk mempresentasikan objek berupa *fuelpump* yang akan dikuasai oleh siswanya. Dari pihak siswa sendiri dapat menunjang pemahaman mengetahui cara kerja alat yang ada pada *fuelpump* dan penyebab sering terjadinya kerusakan pada *fuelpump* tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk membantu tugas guru dalam memvisualisasikan objek berupa *fuelpump* dengan menggunakan teknologi *augmented reality* yang akan diterangkan kepada siswanya, sehingga akan dapat menunjang tingkat pemahaman siswa dalam memahami dan menguasai materi pelajaran yang sudah diberikan oleh guru.

## **1.2 Rumusan masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan pada sebelumnya, maka perumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana merancang gambar teknik dan mengembangkannya ke media pembelajaran berbasis *Augmented Reality*.
2. Bagaimana memvisualisasikan objek berupa *fuelpump* dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality*.

## **1.3 Batasan masalah**

Batasan dalam tugas akhir ini disesuaikan dengan keadaan yang terdapat pada setiap sekolah SMK jurusan teknik mesin sepeda motor.

1. Tugas Akhir (TA) ini hanya menerangkan cara kerja *fuelpump* yang ada pada sepeda motor Yamaha V-Ixion yang sudah menggunakan teknologi *Fuel Injection (FI)*.

2. Penerapan pembelajaran ini dengan menggunakan *webcam* sebagai alat *input*.

#### **1.4 Tujuan**

Tujuan penyusunan tugas akhir (skripsi) ini adalah terciptanya aplikasi yang bisa mensimulasikan cara kerja *fuelpump* dengan menggunakan teknologi *Augmented Reality* (AR).

#### **1.5 Manfaat penelitian**

1. Siswa dapat melihat secara langsung sebuah aplikasi yang menampilkan model *fuelpump* 3D dalam lingkungan *Augmented Reality*, sehingga lebih mudah untuk memahami materi yang disampaikan oleh guru.
2. Membantu siswa untuk mengetahui dengan baik cara kerja serta permasalahan pada *fuelpump* tersebut secara visual.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam penulisan dari Tugas Akhir ini terdiri dari pokok-pokok permasalahan yang dibahas pada masing-masing yang diuraikan menjadi beberapa bagian:

##### **BAB I Pendahuluan**

Bab ini menjelaskan latar belakang dari pemilihan objek dan penerapannya, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

##### **BAB II Landasan Teori**

Bab ini membahas teori-teori yang berhubungan dengan pembahasan tugas akhir ini. Teori yang diangkat mengenai pengertian media pembelajaran, animasi, definisi *Augmented Reality*, *fuelpump* dan penilaian kualitas.

##### **BAB III Metodologi Penelitian**

Bab ini membahas langkah-langkah yang dilaksanakan dalam proses penelitian, yaitu metodologi penelitian, konsep, *design* (perancangan),

*Material collecting* (pengumpulan bahan), *assembly* (pembuatan), *testing* (pengujian), kesimpulan dan saran.

#### BAB IV Analisa dan Perancangan

Bab ini berisi pembahasan mengenai kebutuhan sistem yang terdiri dari: Konsep *Augmented Reality fuelpump*, perancangan, *material collecting*.

#### BAB V Implementasi dan Pengujian

Bab ini berisi penjelasan mengenai implementasi yang terdiri dari: implementasi (*assembly*), hasil implementasi, *testing* (pengujian).

#### BAB VI Penutup

Bagian ini berisi kesimpulan yang dihasilkan dari pembahasan tentang mekanisme pembelajaran cara kerja *fuelpump* dengan menggunakan *Augmented Reality* (AR) beserta saran-saran yang berkaitan dengan penelitian ini.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Pengertian Media Pembelajaran**

Media (bentuk jamak dari kata medium), merupakan kata yang berasal dari bahasa latin *medius*, yang secara harfiah berarti ‘tengah’, ‘perantara’ atau ‘pengantar’ (Arsyad, 2007). Oleh karena itu, media dapat diartikan sebagai perantara atau pengantar pesan dari pengirim ke penerima pesan. Sedangkan menurut (Gerlach dkk, 1971 dikutip dari Arsyad, 2007) bahwa media jika dipahami secara garis besar adalah manusia, materi, atau kejadian yang membangun kondisi, yang menyebabkan siswa mampu memperoleh pengetahuan, keterampilan, atau sikap. Pengertian ini sejalan dengan batasan yang disampaikan oleh (Gagne,1984 dikutip Arsyad, 2007) yang menyatakan bahwa media merupakan berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsang untuk belajar.

Dalam dunia pendidikan, sering kali istilah alat bantu atau media komunikasi digunakan secara bergantian atau sebagai pengganti istilah media pendidikan (pembelajaran). Seperti yang dikemukakan oleh (Hamalik,1986 dikutip Arsyad, 2007) bahwa dengan penggunaan alat bantu berupa media komunikasi, hubungan komunikasi akan dapat berjalan dengan lancar dan dengan hasil yang maksimal.

Maka dapat dikatakan bahwa media pembelajaran adalah segala sesuatu yang menyangkut *software* dan *hardware* yang dapat digunakan untuk menyampaikan isi materi ajar dari sumber belajar ke pembelajaran individu atau kelompok, yang dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat belajar sedemikian rupa sehingga proses belajar (di dalam/di luar kelas) menjadi lebih efektif.

### **2.1.1 Fungsi dari Media Pembelajaran**

Berkaitan dengan media pembelajaran, (Santyasa, 2007) menjelaskan secara rinci fungsi dari media pembelajaran, diantaranya:

- a) Menyaksikan benda yang ada atau peristiwa yang terjadi pada masa lampau. Dengan perantaraan gambar, potret, slide, film, video, atau media yang lain, siswa dapat memperoleh gambaran yang nyata tentang benda atau peristiwa sejarah.
- b) Mengamati benda atau peristiwa yang sukar dikunjungi, baik karena jaraknya jauh, berbahaya atau terlarang. Misalnya, video tentang kehidupan harimau di hutan, keadaan dan kesibukan di pusat reaktor nuklir, dan sebagainya.
- c) Memperoleh gambaran yang jelas tentang benda/hal-hal yang sukar diamati secara langsung karena ukurannya yang tidak memungkinkan, baik karena terlalu besar atau terlalu kecil. Misalnya dengan perantaraan paket siswa dapat memperoleh gambaran yang jelas tentang bendungan dan kompleks pembangkit listrik, dengan *slide* dan film siswa memperoleh gambaran tentang bakteri, amuba, dan sebagainya.
- d) Mendengar suara yang sukar ditangkap dengan telinga secara langsung. Misalnya, rekaman suara denyut jantung dan sebagainya.
- e) Mengamati dengan teliti binatang-binatang yang sukar diamati secara langsung karena sukar ditangkap. Dengan bantuan gambar, potret, slide, film atau video siswa dapat mengamati berbagai macam serangga, burung hantu, kelelawar, dan sebagainya.
- f) Mengamati peristiwa-peristiwa yang jarang terjadi atau berbahaya untuk didekati. Dengan *slide*, film, atau video siswa dapat mengamati pelangi, gunung meletus, pertempuran, dan sebagainya.

### **2.1.2 Manfaat Media Pembelajaran.**

Masih berkaitan dengan media pembelajaran, (Sudjana dkk, 1992 dikutip, Arsyad, 2007) mengemukakan manfaat media pembelajaran dalam proses belajar siswa, yaitu:

- a) Pembelajaran akan lebih menarik perhatian siswa sehingga dapat menumbuhkan motivasi belajar.
- b) Bahan pembelajaran akan lebih jelas maknanya sehingga dapat lebih dipahami oleh siswa dan memungkinkannya menguasai dan mencapai tujuan pembelajaran.
- c) Metode mengajar akan lebih bervariasi, tidak semata-mata komunikasi verbal melalui penuturan kata-kata oleh guru, sehingga siswa tidak bosan dan guru tidak kehabisan tenaga, apalagi kalau guru mengajar pada setiap jam pelajaran.
- d) Siswa dapat lebih banyak melakukan kegiatan belajar sebab tidak hanya mendengarkan uraian guru, tetapi juga aktivitas lain seperti mengamati, melakukan, mendemonstrasikan, memerankan, dan lain-lain.

Dari uraian di atas, bisa disimpulkan bahwa penggunaan media pembelajaran mempunyai banyak fungsi dan memberikan banyak manfaat dalam proses pembelajaran siswa

## **2.2 Animasi**

Animasi adalah pembentukan gerakan dari berbagai media atau objek yang divariasikan dengan gerakan transisi, efek-efek yang selaras dengan gerakan-gerakan atau animasi merupakan penayangan frame-frame gambar secara cepat untuk menghasilkan kesan gerakan. (Sutopo, Ariesto Hadi, 2002)

Animasi disebut juga “menghidupkan”, yaitu usaha untuk menggerakkan sesuatu benda yang tidak bisa bergerak sendiri. Secara garis besar, animasi computer dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

1. *Computer Assisted Animation*, animasi pada kategori ini biasanya menunjuk pada sistem animasi 2D, yaitu mengkomputerisasi proses animasi tradisional yang menggunakan gambaran tangan. Komputer digunakan untuk pewarnaan, penerapan virtual kamera dan penataan data yang digunakan dalam sebuah animasi.
2. *Computer Generated Animation*, pada kategori ini biasanya digunakan untuk animasi 3 dimensi dengan program 3D seperti 3D Studio Max,



Maya, Autocad dan lain sebagainya. Tiga dimensi atau biasa disingkat 3D atau disebut ruang, adalah bentuk dari benda yang memiliki panjang, lebar, dan tinggi. Istilah ini biasanya digunakan dalam bidang seni, animasi, komputer dan matematika.

Saat ini telah dikembangkan beberapa jenis animasi, yaitu animasi 2D dan animasi 3D. Animasi 2D hanya menggunakan 2 sumbu pada bidang kartesius, yaitu (x,y). Sedangkan animasi 3D telah menggunakan 3 sumbu pada bidang kartesius (x,y,z). Animasi 3D mudah untuk di deskripsikan, tapi lebih sulit untuk dikerjakan. Properties 3D model didefinisikan dengan angka-angka. Dengan merubah angka bisa merubah posisi objek, rotasi, karakteristik permukaan, dan bahkan bentuk. Animasi 3D lebih sulit dibuat dibandingkan animasi 2D. Faktor yang membuat animasi 3D lebih sulit :

- a. Harus memvisualisasikan bentuk 3 dimensi.
- b. Kemampuan processing untuk proses render objek 3D
- c. Perlu cukup dana, kesabaran dan latihan

Animasi 3D membutuhkan proses yang relatif lebih sederhana dibandingkan animasi 2D (*cel animation*) karena semua proses bisa langsung dikerjakan dalam satu komputer. Secara garis besar proses animasi 3D bisa dibagi 4 tahap yaitu:

**a. Modeling**

Tahap ini adalah pembuatan objek-objek yang dibutuhkan pada tahap animasi. Objek ini bisa berbentuk *primitive object* seperti *sphere* (bola), *cube* (kubus) sampai *complicated object* seperti sebuah karakter dan sebagainya. Ada beberapa jenis materi *object* yang disesuaikan dengan kebutuhannya yaitu: *polygon*, *spline*, dan *metaclay*. *Polygon* adalah segitiga dan segiempat yang menentukan area dari permukaan sebuah karakter. Setiap *polygon* menentukan sebuah bidang datar dengan meletakkan sebuah jajaran *polygon* sehingga kita bisa menciptakan bentuk-bentuk permukaan. *Spline* adalah beberapa kumpulan *spline* yang membentuk sebuah lapisan kurva yang halus yang dinamakan *patch*. Sebuah *patch* menentukan area yang jauh lebih luas dan halus dari sebuah *polygon*.

*Metaclay* dalam bentuk dasarnya, metaball berbentuk bola (*sphere*) yang bisa digabungkan satu sama lain sehingga membentuk bentuk organik objek.

#### ***b. Animating***

Proses animasi dalam animasi komputer tidak membutuhkan sang animator untuk membuat *inbetween* seperti yang dilakukan dalam tradisional animasi. Sang animator hanya menentukan atau membuat beberapa *keyframe* pada objek yang akan digerakkan. Setelah proses *keyframing* dibuat, komputer akan menghitung dan membuat sendiri *inbetween* secara otomatis.

#### ***c. Texturing***

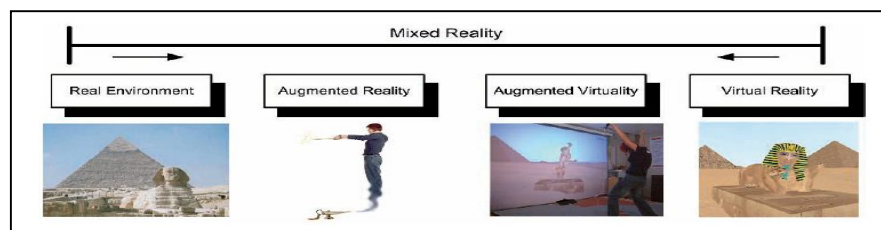
Proses ini menentukan karakteristik sebuah materi object dari segi *texture*. Untuk materi sebuah object itu sendiri, kita bisa mengaplikasikan properti tertentu seperti *reflectivity*, *transparency*, dan *refraction*. *Texture* kemudian bisa digunakan untuk membuat berbagai variasi warna *pattern*, tingkat kehalusan/kekasaran sebuah lapisan objek secara lebih detail.

#### ***d. Rendering***

Rendering adalah proses akhir dari keseluruhan proses animasi komputer. Dalam rendering, semua data-data yang sudah dimasukkan dalam proses *modelling*, animasi, *texturing*, pencahayaan dengan parameter tertentu akan diterjemahkan dalam sebuah bentuk *output*. Dalam standard PAL *system*, resolusi sebuah render adalah 720x576 pixels.

### **2.3 Definisi Augmented Reality**

(Milgram dkk, dikutip Billinghurst, 2002) menjelaskan konsep *Augmented Reality* dalam teori mereka yang disebut dengan *virtuality continuum* yang dapat dilihat dalam gambar berikut ini:



Gambar 2.1 *Virtuality Continuum*

Milgram dan Kishino merumuskan kerangka kemungkinan penggabungan dan peleburan dunia nyata dan dunia maya ke dalam sebuah kontinum virtualitas. Sisi yang paling kiri adalah lingkungan nyata yang hanya berisi benda nyata, dan sisi paling kanan adalah lingkungan maya yang berisi benda maya. Dalam *Augmented Reality* atau realitas tertambah, yang lebih dekat ke sisi kiri, lingkungan bersifat nyata dan benda bersifat maya, sementara dalam *Augmented Virtuality* atau virtualitas tertambah, yang lebih dekat ke sisi kanan, lingkungan bersifat maya dan benda bersifat nyata. Realitas tertambah dan virtualitas tertambah digabungkan menjadi *Mixed Reality* atau realitas campuran.

Realitas tertambah, atau kadang dikenal dengan singkatan bahasa Inggrisnya AR (*Augmented Reality*), adalah teknologi yang menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Tidak seperti realitas maya yang sepenuhnya menggantikan kenyataan, realitas tertambah sekedar menambahkan atau melengkapi kenyataan. Salah satu aplikasi *opensource* yang digunakan untuk pengolahan dan pembangunan aplikasi *Augmented Reality* adalah ARToolKit. (Guntara, Rangga Gelar, dkk. 2010).

Saat ini, banyak *literature* yang menunjukkan kemungkinan penggunaan AR pada bidang pendidikan, AR dapat diterapkan dalam pengajaran tentang geometri, hubungan spasial antar planet dan lain-lain. AR digunakan untuk memvisualisasikan konsep abstrak untuk meningkatkan pemahaman dalam menggambarkan suatu objek model. Selain menambahkan benda maya dalam lingkungan nyata, AR juga berpotensi menghilangkan benda-benda yang sudah ada. Karena ketika kita ingin menambah sebuah lapisan gambar maya, dimungkinkan sekali dapat menyembunyikan atau menghilangkan lingkungan nyata dari pandangan si pengguna. Misalnya, ketika ingin menyembunyikan sebuah objek atau contoh sebuah meja, di dalam lingkungan nyata perlu digambarkan lapisan yang merepresentasikan objek maya, contohnya tembok dan lantai kosong yang di letakkan di atas gambar meja nyata, sehingga menutupi meja nyata dari pandangan pengguna. Tujuan utama dari sistem *Augmented Reality* akan berwujud sebagai sebuah kacamata atau proyektor retina yang akan

menyediakan tampilan informasi yang relevan, dipetakan ke lingkungan sekitarnya secara *realtime*.

Diantara bidang-bidang yang pernah menerapkan teknologi *Augmented Reality* adalah:

1. Kedokteran (*Medical*): Teknologi pencitraan sangat dibutuhkan di dunia kedokteran, seperti misalnya, untuk simulasi operasi, simulasi pembuatan vaksin virus, dll. Untuk itu, bidang kedokteran menerapkan *Augmented Reality* pada visualisasi penelitian mereka.
2. Hiburan (*Entertainment*): Dunia hiburan membutuhkan *Augmented Reality* sebagai penunjang efek-efek yang akan dihasilkan oleh hiburan tersebut. Sebagai contoh, ketika seseorang wartawan cuaca memperkirakan ramalan cuaca, dia berdiri di depan layar hijau atau biru, kemudian dengan teknologi *Augmented Reality*, layar hijau atau biru tersebut berubah menjadi gambar animasi tentang cuaca tersebut, sehingga seolah-olah wartawan tersebut, masuk ke dalam animasi tersebut.
3. Latihan Militer (*Military Training*): Militer telah menerapkan *Augmented Reality* pada latihan tempur mereka. Sebagai contoh, militer menggunakan *Augmented Reality* untuk membuat sebuah permainan perang, dimana prajurit akan masuk kedalam dunia game tersebut, dan seolah-olah seperti melakukan perang sesungguhnya.
4. *Engineering Design*: Seorang *engineering design* membutuhkan *Augmented Reality* untuk menampilkan hasil *design* mereka secara nyata terhadap klien. Dengan *Augmented Reality* klien akan tahu, tentang spesifikasi yang lebih detail tentang desain mereka.
5. *Robotics* dan *Telerobotics*: Dalam bidang robotika, seorang operator robot, menggunakan pengendari pencitraan visual dalam mengendalikan robot itu. Jadi, penerapan *Augmented Reality* dibutuhkan di dunia robot.
6. *Consumer Design: Virtual Reality* telah digunakan dalam mempromosikan produk. Sebagai contoh, seorang pengembang menggunakan brosur virtual untuk memberikan informasi yang lengkap secara 3D, sehingga pelanggan dapat mengetahui secara jelas, produk yang ditawarkan.

### 2.3.1 Cara Kerja *Augmented Reality* Berdasarkan Jenisnya.

Secara teori telah diungkapkan sebelumnya bahwa teknologi *Augmented Reality* bekerja dengan cara menggabungkan benda maya dua dimensi dan ataupun tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata tiga dimensi lalu memproyeksikan benda-benda maya tersebut dalam waktu nyata. Agar hal tersebut dapat dilakukan, *user* membutuhkan perangkat lunak (*software*) *Augmented Reality* dan peralatan (*hardware*) tertentu mulai dari yang sederhana sampai peralatan yang khusus.

Fakta yang menarik yaitu sejak diciptakannya pada tahun 2001, buku berbasis *Augmented Reality* ini lebih dikenal luas dengan nama *the MagicBook*. Nama *The MagicBook* sendiri berasal dari tiga nama pelopor pengembangan buku berbasis AR tersebut. Mereka adalah Mark Billinghurst, Hirokazu Kato, Ivan Poupyrev.

Penelitian mereka saat itu difokuskan untuk mengeksplorasi bagaimana suatu *interface* dibuat sehingga memungkinkan untuk penggabungan/perpindahan yang tak terlihat antara realitas nyata, AR, dan immersive VR dalam setting yang saling berkolaborasi.

Menurut Penelitian mereka *The MagicBook* setidaknya mendukung kolaborasi dalam tiga tingkatan:

- a) Buku sebagai objek fisik : sama dengan menggunakan buku biasa, dapat dibaca seperti biasa sendiri atau bersama-sama
- b) Buku sebagai objek AR : pengguna dengan peralatan AR display dapat melihat objek virtual muncul diatas halaman buku tersebut.
- c) Buku sebagai lingkungan virtual : pengguna dapat bersama-sama masuk seutuhnya ke dalam dunia virtual di dalam buku tersebut dan melihat pengguna lain dalam bentuk avatar sebagai bagian dari isi buku.

Setelah diciptakannya buku berbasis *Augmented Reality* pertama kali, tidak perlu menunggu waktu yang lama untuk melihat perkembangannya. Berbagai penelitian dan pengembangan lanjutan banyak dilakukan, dan

beruntungnya kebanyakan peneliti lagi-lagi lebih memfokuskan penelitian mereka untuk bidang pendidikan.

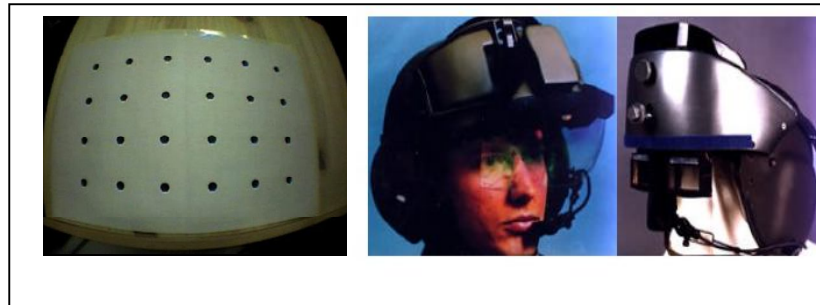
### 2.3.2 Sejarah dan Perkembangan *Augmented Reality*.

Sejarah tentang *Augmented Reality* dimulai dari tahun 1957-1962, ketika seorang penemu yang bernama Morton's seorang sinematografer, menemukan dan mempatenkan sebuah simulator yang disebut sensorama dengan visual, getaran dan bau. Sensorama adalah sebuah mesin simulator yang dapat menangkap visual, suara, getaran, dan bau. Yang hari ini dianggap multimedia, seperti gambar 2.2 dibawah ini:



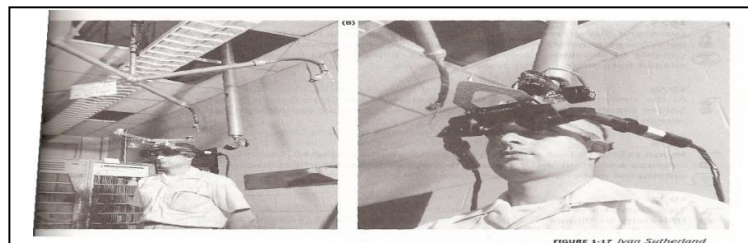
Gambar 2.2 simulator yang disebut sensorama dengan visual

Pada tahun 1966, Ivan Sutherland menemukan *Head Mounted Display* (HMD) yang dia klaim adalah, jendela ke dunia virtual yang merupakan perangkat layar yang dipakai di kepala atau sebagai bagian dari helm, yang memiliki tampilan kecil optik di depan salah satu atau setiap mata. Sebuah HMD khas memiliki salah satu atau dua layar kecil dengan lensa dan cermin semi transparan tertanam di helm, kacamata digunakan sebagai visor atau penangkap data seperti pada gambar berikut:



Gambar 2.3 head-mounted display (HMD)

Myron Krueger menemukan videoplace yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan objek virtual untuk pertama kalinya. Pada 1970-an pertengahan, Myron Krueger membentuk realitas buatan laboratorium disebut Videoplace. Idennya dengan videoplace adalah penciptaan suatu realitas buatan yang dikelilingi para pengguna, dan menanggapi gerakan mereka dan tindakan, tanpa dibebani dengan menggunakan kacamata atau sarung tangan. pada tahun 1989 Jaron Lanier memperkenalkan dan memanfaatkan *Virtual Reality* untuk bisnis pertama kali di dunia maya.



Gambar 2.4 Peragaan Videoplace

Kemudian pada tahun 1994 Julie Martin memanfaatkan *Augmented Reality* untuk produksi theatre. Pada tahun 1999, Hirokazu Kato, mengembangkan ArToolkit Suatu *software library* untuk membangun *Augmented Reality* yang dikembangkan oleh Dr Hirozaku Kato dari Universitas Osaka Jepang dan didukung oleh *Human Interface Technology (HIT) Laboratory University of Washington* dan *HIT LAB. NZ University of Cantertbury New Zealand*. Dan kemudian didemonstrasikan di SIGGRAPH.



Gambar 2.5 *Augmented Reality* dengan ARToolkit

Pada tahun 2009, Sagoosha memperkenalkan FLARToolkit yang merupakan perkembangan dari ARToolkit.

### 2.3.3 Keuntungan *Augmented Reality* dalam Dunia Pendidikan.

(Hamilton dkk, 2010) juga melihat berbagai potensi dan keuntungan dari penerapan teknologi *Augmented Reality* untuk pendidikan, antara lain menurut mereka yaitu:

1. Menyediakan pembelajaran kontekstual yang kaya bagi individu dalam mempelajari suatu *skill*.
2. Merealisasikan konsep pendidikan dimana siswa memegang kendali proses pembelajaran mereka sendiri.
3. Membuka kesempatan dalam menciptakan pembelajaran yang lebih otentik dan dapat diterapkan dalam berbagai gaya pembelajaran.
4. Memiliki kekuatan untuk menarik siswa dengan cara yang sebelumnya tidak memungkinkan.
5. Memberikan kebebasan bagi siswa dalam melakukan proses penemuan dengan cara mereka sendiri.
6. Tidak ada konsekuensi nyata (dengan kata lain aman bagi siswa) jika terjadi kesalahan saat kegiatan pembelajaran / pelatihan *skill*.

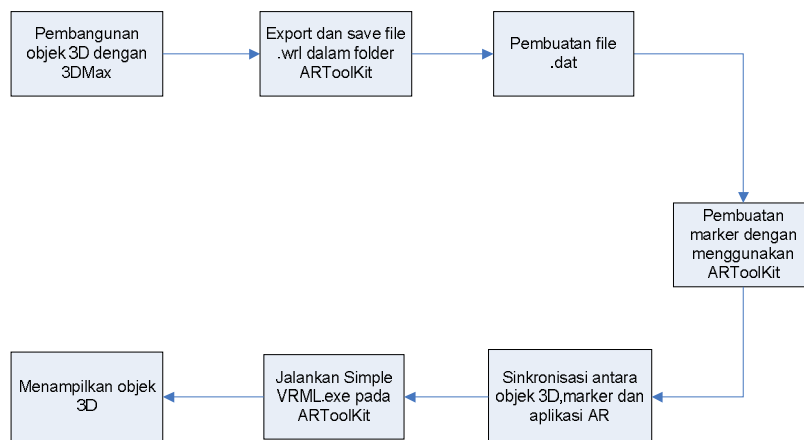
### 2.3.4 ARToolKit

Untuk merealisasikan teknologi AR ini digunakan sebuah aplikasi bernama ARToolKit. ARToolKit adalah sebuah *library* tambahan untuk



pemrograman dalam bahasa C dan C++ yang dikembangkan oleh HIT Lab dari *University of Washington*, digunakan untuk membuat aplikasi AR. Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam membangun sebuah aplikasi AR ini adalah menghitung sudut pandang *user* secara *real time* dan akurat sehingga objek virtual dapat ditempatkan tepat pada objek nyata yang di inginkan. ARToolKit menggunakan teknik pencitraan komputer untuk menghitung posisi dan orientasi kamera relatif terhadap *tracking device*. Sehingga *programmer* dapat menempatkan dengan tepat objek virtual yang dibuatnya pada *tracking device* tersebut.

ARToolKit merupakan *library* perangkat lunak yang digunakan untuk pengembangan aplikasi (AR). Adapun cara kerja ARToolKit adalah:



Gambar 2.6 Blok diagram cara kerja ARToolKit

Hal pertama yang dilakukan adalah membangun bentuk objek dengan menggunakan software *3DMax* dan membuat *marker* untuk masing - masing objek dengan menggunakan “mk\_patt.exe” yang terdapat dalam *library* ARToolKit. Pada software *3DMax* akan dibangun objek dalam bentuk 3D. Objek-objek yang telah selesai dibangun selanjutnya akan di *export* kedalam format VRML97(.wrl). Pada saat *export* save file .wrl nya kedalam folder Artoolkit nya.

Setelah objek berhasil di *export* dan disimpan ke dalam folder Artoolkit, langkah selanjutnya buat file .dat yang berfungsi untuk menentukan *rotation* dan

*scale* dari objek yang sudah kita buat. Selanjutnya kita akan membuat perintah untuk menentukan objek yang akan di panggil dari setiap *marker*.

Setelah selesai, kita jalankan "*SimpleVRML.exe*" yang ada pada ARToolKit untuk proses identifikasi *marker* dan juga *webcam*. Setelah *marker* dikenali selanjutnya objek akan ditampilkan sesuai dengan *marker*-nya.

### **2.3.5 Autodesk 3Dmax.**

Autodesk 3ds Max dan 3D Studio MAX sebelumnya, adalah pemodelan, animasi dan rendering paket yang dikembangkan oleh Autodesk Media dan Entertainment. Autodesk memiliki kemampuan pemodelan, arsitektur *plugin* yang fleksibel dan dapat digunakan pada *platform* Microsoft Windows. *Software* Ini sering digunakan oleh pengembang video *animation*, studio TV komersial dan studio visualisasi arsitektur. Hal ini juga digunakan untuk efek-efek film dan film pra-visualisasi. Selain pemodelan dan *tool* animasi, versi terbaru dari 3DS Max juga memiliki fitur *shader* (seperti *ambient occlusion* dan *subsurfacescattering*), *dynamic simulation*, *particle systems*, *radiosity*, *normal map creation* and *rendering*, *global illumination*, *customize user interface*, dan bahasanya *scripting* untuk 3DMax.

## **2.4 Fuelpump**

*Fuelpump* adalah pompa injeksi yang biasanya menggunakan sistem elektrik, terletak di dalam tangki bahan bakar atau di dekat tangki bensin untuk mempertahankan jumlah bahan bakar dan untuk memanfaatkan bahan bakar dalam tangki sebagai pendingin pompa. Bahan bakar pompa injeksi adalah bagian dari sistem elektronik, yang berarti bahwa mereka dikendalikan oleh sistem komputer yang memegang peranan penting, termasuk rasio udara-bahan bakar, kandungan gas buang dan posisi *throttle* yang sebenarnya.



Gambar 2.7 bentuk luar *Fuel Injected Pumps* (pompa injeksi)  
(sumber: mitra, 2010 )

Pompa bahan bakar dengan sistem injeksi adalah pompa *submersible* dengan magnet permanen motor listrik. Bahan Bakar memasuki tabung inlet pompa setelah melewati *filter* gaya kaos kaki dan didorong melalui pompa dengan motor ke *stopkontak*. Ini terdiri dari motor, pompa *roller* baling-baling, sebuah peredam bahan bakar, dan katup buang untuk mencegah kerusakan sistem dari kelebihan tekanan. Pompa ini berisi *check valve* tunggal di sisi *output* yang membatasi pergerakan bahan bakar di kedua arah, menjaga tekanan sistem bahan bakar, biasanya, pada 40-45 *psi* saat pompa tidak dioperasikan, sehingga tekanan bahan bakar harus dibebaskan sebelum melayani sistem bahan bakar.

Istilah sistem injeksi bahan bakar (*EFI*) dapat digambarkan sebagai suatu sistem yang menyalurkan bahan bakarnya dengan menggunakan pompa pada tekanan tertentu untuk mencampurnya dengan udara yang masuk ke ruang bakar. Pada sistem *EFI* dengan mesin berbahan bakar bensin, pada umumnya proses penginjeksian bahan bakar terjadi di bagian ujung *intake manifold* masuk sebelum *inlet valve* (katup/klep masuk). Pada saat *inlet valve* terbuka, yaitu pada langkah hisap, udara yang masuk ke ruang bakar sudah bercampur dengan bahan bakar. Secara ideal, sistem *EFI* harus dapat mensuplai sejumlah bahan bakar yang disemprotkan agar dapat bercampur dengan udara dalam perbandingan campuran yang tepat sesuai kondisi putaran dan beban mesin, kondisi suhu kerja mesin dan suhu atmosfer saat itu. Sistem harus dapat mensuplai jumlah bahan bakar yang bervariasi, agar perubahan kondisi operasi kerja mesin tersebut dapat dicapai

dengan unjuk kerja mesin yang tetap optimal. Secara umum, konstruksi sistem *EFI* dapat dibagi menjadi tiga bagian/sistem utama, yaitu; a) sistem bahan bakar (*fuel system*), b) sistem kontrol elektronik (*electronic control system*), dan c) sistem induksi/pemasukan udara (*air induction system*).

#### **2.4.1 Komponen-Komponen Dasar Utama Injeksi.**

Setiap jenis atau model sepeda motor mempunyai desain masing-masing namun secara garis besar terdapat komponen-komponen berikut (referensi: proud2ride, 2011):

1. *ECU – Electrical Control Unit*

Pusat pengolah data kondisi penggunaan mesin, mendapat masukan/*input* dari sensor-sensor mengolahnya kemudian memberi keluaran/*output* untuk saat dan jumlah injeksi, saat pengapian.

2. *Fuel pump*

Menghasilkan tekanan Bahan bakar minyak (BBM) yang siap diinjeksikan.

3. *Pressure regulator*

Mengatur kondisi tekanan Bahan bakar minyak selalu tetap (55~60psi).

4. *Temperature Sensor*

Memberi masukan ke *ECU* kondisi suhu mesin, kondisi mesin dingin membutuhkan Bahan bakar minyak lebih banyak.

5. *Inlet Air Temperature Sensor*

Memberi masukan ke *ECU* kondisi suhu udara yang akan masuk ke mesin, udara dingin O<sub>2</sub> lebih padat, membutuhkan Bahan bakar minyak lebih banyak.

6. *Inlet Air Pressure Sensor*

Memberi masukan ke *ECU* kondisi tekanan udara yang akan masuk ke mesin, udara bertekanan (pada tipe sepeda motor ini hulu saluran masuk ada diantara dua lampu depan) O<sub>2</sub> lebih padat, membutuhkan Bahan bakar minyak lebih banyak. *Atmospheric Pressure Sensor (APS)* memberi masukan ke *ECU* kondisi tekanan udara lingkungan sekitar sepeda motor,

pada dataran rendah (pantai) O<sub>2</sub> lebih padat, membutuhkan Bahan bakar minyak lebih banyak.

7. *Crankshaft Sensor*

Memberi masukan ke *ECU* posisi dan kecepatan putaran mesin, putaran tinggi membutuhkan buka *INJECTOR* yang lebih cepat.

8. *Camshaft Sensor*

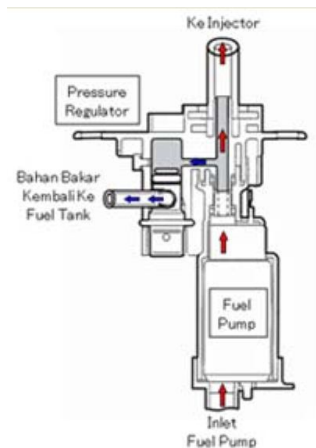
Memberi masukan ke *ECU* posisi langkah mesin, hanya langkah hisap yang membutuhkan buka *INJECTOR*.

9. *Throttle Sensor*

Memberi masukan ke *ECU* posisi dan besarnya bukaan aliran udara, bukaan besar membutuhkan buka *INJECTOR* yang lebih lama.

10. *Fuel Injector*

Gerbang akhir dari Bahan bakar minyak yang bertekanan, fungsi utama menyemprotkan BBM ke dalam mesin, membuka dan menutup berdasarkan perintah dari *ECU*.



Gambar 2.8 *fuel injector*  
(sumber: proud2ride, 2011)

11. *Speed Sensor*

Memberi masukan ke *ECU* kondisi kecepatan sepeda motor, memainkan gas di lampu merah dibanding kecepatan 90km/jam, buka *INJECTOR* berbeda.

## 12. *Vehicle-down Sensor*

Memberi masukan ke *ECU* kondisi sepedamotor, jika motor terjatuh dengan kondisi mesin hidup maka *ECU* akan menghentikan kerja *FUEL PUMP*, *IGNITION*, *INJECTOR*, untuk keamanan dan keselamatan.

### 2.4.2 Mekanisme *Fuel pump*.

Diantara 5 mekanisme *fuel pump* (referensi: proud2ride, 2011):

1. *Fuel pump* digerakkan oleh motor listrik, modelnya semacam motor tamiya mainan anak-anak, ukurannya agak besar sedikit, disainnya sama dengan motor-motor DC pada umumnya, terdiri dari rotor yang dibangun dari kumparan kawat email dan inti besi berlapis, untuk menyalurkan daya digunakan karbon *brush* dan *komutator*. Sedangkan statornya terdiri dari kutub magnet permanen. Rotor terhubung ke *Shaft* dan "dipegang" oleh dua *bushing*. Untuk motor sekecil ini belum biasanya belum diterapkan *bearing*, tetapi berupa *bushing* yaitu cincin yang permukaannya licin dimana *shaft* yang permukaannya licin ada didalamnya, *shaft* biasanya berbahan besi as yang di *chrome* dan *bushing* dari bahan tembaga. Ada juga yang menerapkan *nylon* sebagai *bushing*.
2. *Shaft* ini terhubung dengan *impeller*, yaitu semacam turbin karena gerakan aksialnya (aksial = gaya melempar ke arah keluar jika suatu piringan diputar), Kalo pernah membuka pompa air tiap *ademsonik* (bukan *jet pump*), maka *impellernya* semacam itu, cuma ukurannya yang kecil.
3. Selain itu juga terdapat *valve* satu arah, atau lumrah disebut cek *valve*, dimana bensin hanya dapat mengalir dari dalam pompa keluar, jika ada tekanan balik maka akan ditahan oleh cek *valve* ini. Misalnya ada yang mencoba meniup dari arah pipa rail BBM di mesin, ya mesti seakan-akan macet karena tertahan oleh cek *valve* ini. Kalo lebih nekat meniup dengan kompressor maka akan merusakkan cek *valve* ini.
4. Ada juga *valve* tekanan lebih, atau regulator tekanan, ada juga yang menyebut *relief valve*, gunanya adalah jika ada masalah pada saluran keluar, misalnya saluran macet, terjepit, saringan kotor, mesin sedang

hidup, dan lain-lain maka *valve* tekanan lebih ini akan membuka sehingga bensin akan dikeluarkan kembali ke tangki, sehingga tekanan pada saluran keluar, rail bahan bakar sampai *injector* akan selalu terjaga pada tekanan tertentu.

5. *Filter* BBM (bahan bakar) ada sebelum saluran masuk, biasanya berupa kantong dari bahan yang mempunyai *filtrasi* tertentu (dalam ukuran mikron).

## 2.5. Penilaian Kualitas

Secara keseluruhan penilaian kualitas dari siswa, ahli animasi, guru dalam aspek multimedia dan penggunaan aplikasi ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P_k = (f/N) * I_{kb}$$

Rumus Penilaian Kualitas (2.1)

Dimana:

$P_k$  = Persentase untuk k kondisi dalam hal tidak setuju, kurang setuju, setuju dan sangat setuju

$f$  = Total respon dalam k kondisi

$N$  = Jumlah total pertanyaan dikalikan total responden.

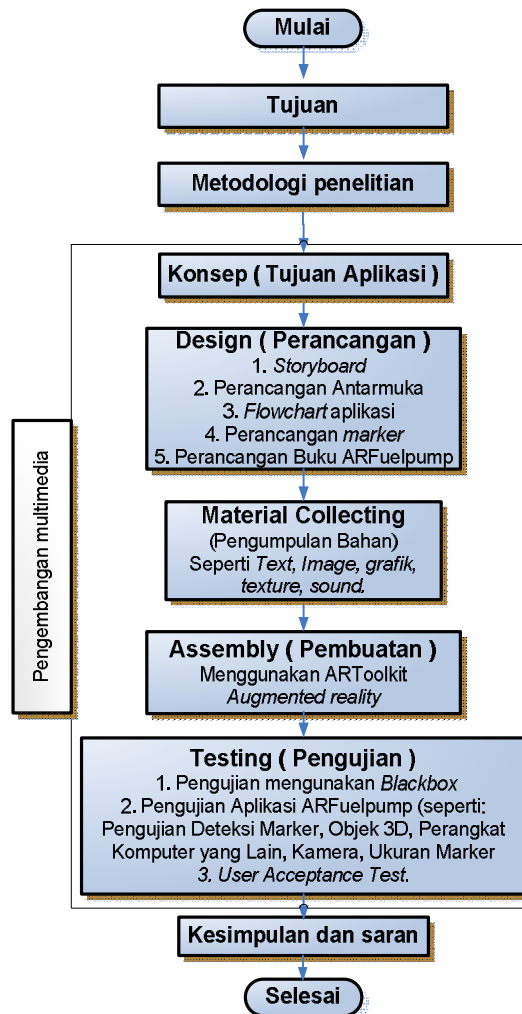
$I_{kb}$  = Interpretasi k kondisi terbesar (dalam hal ini tidak setuju 25%, kurang setuju 50%, setuju 75% dan sangat setuju 100%).

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar hasil yang dicapai sesuai dengan tujuan yang telah dilakukan sebelumnya. tahap-tahap yang akan dilalui digambarkan dengan *flowchart* berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Tahapan Penelitian



### 3.1.1 Tahapan Studi Pendahuluan

Pada fase ini, merupakan tahapan pengumpulan data sebelum dilakukan penelitian. Berikut aktifitas tugas yang akan dilakukan:

#### a. Studi Literatur

penelusuran teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan. Tahap ini dilakukan dengan mencari, menggali dan mempelajari informasi yang berhubungan dengan skripsi ini. Informasi didapat melalui buku-buku referensi atau sumber-sumber yang berkaitan dengan skripsi ini, baik dari *text book* maupun *internet*.

Literatur yang dikumpulkan antara lain adalah:

1. Media pembelajaran, mencakup deskripsi umum, dan fungsi media pembelajaran.
2. *Multimedia*, mencakup deskripsi umum, dan defenisi *multimedia*.
3. *Augmented Reality*, mencakup sejarah, cara kerja, dan penerapan dalam dunia pendidikan.

#### b. Identifikasi Masalah

Dari pengamatan pendahuluan yang dilakukan, Permasalahan yang muncul adalah bagaimana pembangunan aplikasi *Augmented Relity (AR)* tersebut sehingga dapat memudahkan siswa dalam memahami cara kerja *fuelpump* serta permasalahan yang sering terjadi secara visual.

### 3.2 Konsep

Dalam tahapan konsep pada multimedia dituntut untuk menganalisa kebutuhan sistem yang mencakup masalah yang akan diangkat. Alat bantu yang digunakan dalam melakukan analisa adalah *storyboard*, *flowchart* dan perancangan antarmuka. Sistem yang dibuat ini dimulai dengan *input* data berupa teks, grafik, suara dan animasi.

Dalam konsep juga merupakan tahap penentuan tujuan, termasuk identifikasi *user*, macam aplikasi, tujuan aplikasi (Pendidikan, informasi, hiburan, pelatihan, *game*) dan spesifikasi umum. Dasar aturan untuk perancangan juga ditentukan pada tahap ini.

### **3.3 Design (Perancangan)**

Tahap perancangan sistem merupakan tahapan dalam membuat rincian sistem hasil dari analisis menjadi suatu bentuk perancangan agar dimengerti oleh pengguna (*user*).

- a. Perancangan sistem seperti perancangan proses-proses yang akan dilakukan dalam pembuatan program aplikasi yang berbasis Teknologi *Augmented Reality*.
- b. Perancangan *storyboard* sistem untuk melihat proses-proses yang terjadi dalam aplikasi yang dibuat.
- c. Menggabungkan hasil perancangan pada aplikasi menggunakan multimedia dengan mengikuti langkah-langkah yang telah ditentukan pada analisa menggunakan *software*. Langkah yang ada akan mengikuti alur yang dibuat.
- d. Perancangan *marker* yang digunakan dalam aplikasi ARFuelump
- e. Perancangan Buku ARFuelump

### **3.4 Material Collecting (Pengumpulan Bahan)**

*Material collecting* atau pengumpulan bahan dapat dikerjakan paralel dengan tahap *assembly*. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan seperti *text*, *image*, *grafik*, *texture* dan *sound* yang diperlukan untuk tahap selanjutnya. Bahan yang diperlukan dalam multimedia dapat diperoleh dari sumber-sumber seperti *library*, bahan yang sudah ada pada pihak lain atau pembuatan khusus yang dilakukan oleh pihak lain.

### **3.5 Assembly (Pembuatan)**

Pada tahap ini akan dikembangkan suatu perangkat lunak pembelajaran yang berbasis Teknologi *Augmented Reality* menggunakan *library* ARToolkit.

Perangkat lunak pembelajaran dalam tugas akhir ini adalah berbasis multimedia. Kemudian akan dilakukan pengujian terhadap implementasi tersebut dan peninjauan kembali hasil dari kinerja sistem yang telah dikembangkan.

### 3.6 *Testing (Pengujian)*

Tahap pengujian dilakukan dengan tujuan untuk menjamin sistem yang dibuat sesuai dengan hasil analisis dan perancangan serta menghasilkan satu kesimpulan apakah sistem tersebut sesuai dengan yang diharapkan.

Dibawah ini adalah beberapa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada proses pengujian:

#### **Spesifikasi lingkungan pengembangan menggunakan hardware**

1. Processor : minimal Prosesor Dual Core
2. Memori : minimal 2 GB
3. Hardisk : Minimal 120 GB
4. Webcam : M-Tech 5.0 MP
5. Unit Tambahan : Speaker *Altec Lansing MULTI-MEDIA*

#### **Spesifikasi lingkungan pengembangan menggunakan software**

1. Sistem Operasi : Windows XP / Windows 7
2. Software library : ARToolkit
3. Compiler : Microsoft Visual C++
4. Software pembuatan animasi : 3Ds Max.

Ada beberapa pengujian yang dilakukan terhadap aplikasi ARFuelpump yang telah dibuat untuk membuktikan bagaimana akurasi aplikasi yang dirancang, diantaranya:

##### 1. Pengujian *Blackbox*

*Blackbox* merupakan pengujian yang memungkinkan *software engineer* mendapatkan serangkaian kondisi input yang sepenuhnya menggunakan semua persyaratan fungsional untuk suatu program.

##### 2. Pengujian aplikasi ARFuelpump

Ada beberapa perangkat komputer yang dilakukan pengujian pada aplikasi ARFuelpump ini, antara lain: Pengujian Deteksi *Marker*, Objek 3D, Perangkat Komputer yang Lain, Kamera, Ukuran *Marker*.

### *3. User Acceptance Test*

Pada *user acceptance test* dilakukan pada pembagian kuisioner pada seorang ahli animasi, dua orang guru dan beberapa orang siswa.

### **3.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan merupakan hasil akhir yang didapatkan dari pembahasan sesuai dengan proses-proses yang telah dilakukan sebelumnya, sedangkan saran merupakan keinginan-keinginan penulis atas kekurangan yang terdapat pada permasalahan yang diangkat sehingga permasalahan tersebut dapat menjadi teratasi dan disempurnakan lagi.

## BAB IV

### ANALISA DAN PERANCANGAN

Materi pelajaran ARFuelpump merupakan suatu pembelajaran tentang *fuelpump* dan permasalahan yang sering terjadi. Ada beberapa kendala mengenai bentuk dan permasalahan yang dihadapi oleh siswa ketika seorang guru memberikan materi pelajaran ARFuelpump yang cara kerja dan permasalahannya tidak tampak dan dalam waktu kejadian yang sudah berlalu. Guru menyampaikan materi dengan melihatkan suatu gambar pada buku tentang kejadian cara kerja dan permasalahan yang bersifat abstrak dan disampaikan dengan metode ceramah atau konvensional.

Dalam penelitian rancang bangun perangkat lunak interaktif untuk media pembelajaran *fuelpump* berbasis teknologi *Augmented Reality* ini, akan dirancang sebuah aplikasi yang memungkinkan pengguna berinteraksi dengan *interface* sebuah buku dan dapat melihat objek dalam bentuk 3D yang dikemas dengan baik dan menarik untuk siswa.

#### 4.1 *Konsep Augmented Reality Fuelpump*

Manfaat dari materi *fuelpump* dengan menggunakan *Augmented Reality* yang diajarkan oleh guru dapat mempermudah siswa dalam memahami cara kerja *fuelpump* dan permasalahan yang dihadapi, sehingga guru menyampaikan materi pelajaran kepada para siswanya seperti pengenalan materi, proses alur, latihan dan visualisasi objek, namun semua yang diberikan dalam bentuk media yang terpisah-pisah.

Media pembelajaran ARFuelpump yang ada sebelumnya hanya dengan metode pembelajaran konvensional, seorang guru menyampaikan materi pembelajaran yang ada didalam buku, sedangkan untuk materi *fuelpump* itu sendiri ada pelajaran tentang cara kerja dan permasalahan yang sering terjadi dalam bentuk *abstrak*. Dengan demikian dikembangkan suatu penelitian yang berguna untuk mensimulasikan cara kerja alat *fuelpump* yang tidak dapat dilihat

karena letak dari alat tersebut berada di dalam *fuelpump*. Media pembelajaran tersebut menggunakan *Augmented Reality*, merupakan penelitian yang mengembangkan aplikasi media pembelajaran *fuelpump* berupa Buku *Fuelpump*.

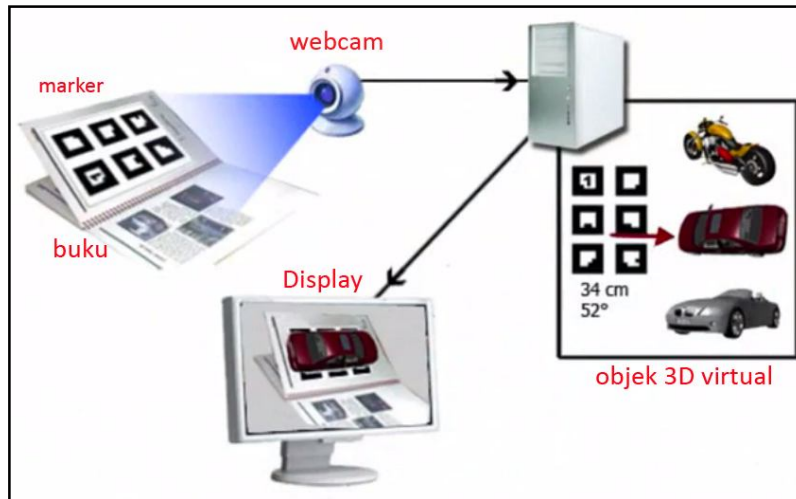
Pengguna dalam hal ini adalah perorangan atau berkelompok. Untuk menggunakan buku *fuelpump*, pengguna harus melakukan pengaturan perangkat keras/kamera terlebih dahulu kemudian menjalankan *software* ARToolkit, selain dapat melihat objek 3D pengguna juga dapat membaca dan mendengarkan materi pelajaran tentang *fuelpump* pada aplikasi dan buku *fuelpump* tersebut. Perangkat keras yang dibutuhkan untuk membaca buku *fuelpump* adalah seperangkat komputer dengan spesifikasi tertentu yang sudah di *install software* ARToolkit.

#### **4.1.1 Buku *Fuelpump***

Produk dari cara kerja *fuelpump* dengan menggunakan *Augmented Reality* ini adalah sebuah Buku *fuelpump* yang terdiri dari halaman-halaman yang berisi teks. Namun karena dikembangkan dengan teknologi *Augmented Reality*, maka pada halaman tertentu ditambahkan *marker*. Fungsi *marker* adalah sebagai penanda sekaligus *interface* yang menghubungkan buku dengan komputer, maka sumber daya yang ada pada komputer dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menimbulkan *user experience* yang lebih menyenangkan dalam memahami materi yang terdapat pada buku, contohnya alat *display* (monitor) dapat dimanfaatkan untuk menampilkan animasi objek 3 dimensi, perangkat audio (*speaker*) komputer dapat mendengarkan materi tentang objek 3D yang ditampilkan.

Konsep buku *fuelpump* dirancang sama seperti buku biasa yakni berupa halaman-halaman yang berisi teks. Kelebihan buku ini adalah dengan menggunakan *Augmented Reality*, maka beberapa media seperti audio, teks, animasi dan objek 3 dimensi dapat digabungkan dalam satu media paket aplikasi *fuelpump* yang terdiri dari buku interaktif *Augmented Reality*, tidak hanya berisi *marker* saja tetapi sebelum masuk ke halaman *marker*, buku ini menceritakan sedikit tentang *augmented reality* dan bidang- bidang yang pernah menerapkan teknologi *augmented reality*. Agar menimbulkan *user experience* lebih

menyenangkan dalam membaca teks yang ada dan ilustrasi (gambar) yang menarik seperti pada gambar 4.1 dibawah ini:



Gambar. 4.1 Skema Pemodelan aplikasi *Fuelpump*

#### 4.1.2 Tujuan Buku *Fuelpump*

Secara umum tujuan dari buku *fuelpump* ini adalah menjadi salah satu solusi untuk media pembelajaran *fuelpump* yang interaktif. Dengan adanya aspek objek 3D tersebut pengguna memiliki pengalaman tersendiri dibandingkan dengan pengajaran yang diberikan oleh guru dengan metode konvensional yang materinya adalah *abstrak*. Interaksi yang disediakan oleh Buku *Fuelpump* merupakan interaksi yang biasa dilakukan pada sebuah buku, sehingga pengguna tidak terlalu sulit mempelajari cara penggunaannya. Dengan teknologi *Augmented Reality* pengguna dapat melihat objek-objek *virtual* 3D diatas halaman buku seolah objek nyata. Selain itu pengguna juga dapat melihat objek tersebut dari sudut pandang manapun.

#### 4.2 Perancangan

Perancangan dilakukan untuk membuat rincian perangkat lunak yang merupakan hasil dari analisa menjadi bentuk perancangan agar dipahami oleh pengguna. Tahap perancangan menggunakan *design* berbasis multimedia dengan *storyboard* yang menggambarkan tampilan dari tiap *scene*, perancangan antarmuka, *flowchart*, perancangan *marker* dan perancangan buku *fuelpump*.

#### 4.2.1 Perancangan *Storyboard*

Perancangan *storyboard* adalah salah satu cara alternatif untuk menggabungkan narasi dan visual. Komponen yang harus ada pada *storyboard* meliputi urutan tampilan, teks tampilan, gambar/*image*, *link*/tata letak desain tampilan. Pertama-tama dibuat *storyboard* untuk halaman awal yang merupakan awal penggunaan sistem oleh pengguna, kemudian *storyboard* untuk *scene* berikutnya yaitu halaman tempat menu diseluruh topik yang akan ditampilkan.

1. *Scene 1* – **Tampilan awal**
2. *Scene 2* – **Cara Penggunaan Aplikasi**
3. *Scene 3* – **Materi *Augmented Reality***
4. *Scene 4* – **Materi Fuel pump**
5. *Scene 5* – **Materi Tujuan**
6. *Scene 6* – **Materi Proses Animasi**
7. *Scene 7* – **Materi Tahap Pengembangan ARToolkit**
8. *Scene 8* – **Simulasi AR dan Sound.**

**Tabel 4.1** *Storyboard* perangkat lunak interaktif untuk media pembelajaran ARFuel pump berbasis teknologi *Augmented Reality*.

SCENE	TEKS	IMAGE	ANIMASI	LINK	KET
1 Tampilan Awal	Ucapan selamat datang pada media pembelajaran interaktif. ARFuel pump	street	Welcome, media pembelajaran interaktif, ARFuel pump, Tombol navigasi	Scene 2	
2 Petunjuk	Cara Penggunaan Aplikasi	cow	Tombol navigasi	Scene 3	
3 Materi	Materi Augmented Reality	cow	Tombol navigasi,	Scene 4	Scene 3 adalah materi
4 Materi fuel pump	Materi Pelajaran fuel pump	cow	Tombol navigasi	Scene 5	Scene 4 adalah materi
5 Materi tujuan AR	Materi Pelajaran tujuan AR	cow	Tombol navigasi	Scene 6	Scene 5 adalah materi
6 Materi Proses Animasi	Materi Pelajaran Proses Animasi	cow	Tombol navigasi	Scene 7	Scene 6 adalah materi



**Tabel 4.1** *Storyboard* perangkat lunak interaktif untuk media pembelajaran ARFuelpump berbasis teknologi *Augmented Reality*. (lanjutan)

SCENE	TEKS	IMAGE	ANIMASI	LINK	KET
7 Materi Tahap pengembangan an ARToolkit	Materi Tahap pengembangan ARToolkit	cow	Tombol navigasi	Scene 8	Scene 7 adalah materi
8 Simulasi AR dan Sound	Simulasi AR dan Sound	cow	Tombol navigasi	Scene 2	Scene2 adalah cara penggunaan aplikasi

#### 4.2.2 Perancangan *Interface* (Antarmuka)

*Interface* perangkat lunak adalah sarana pengembangan perangkat lunak yang digunakan untuk membuat komunikasi yang lebih mudah. Pada perangkat lunak ini dirancang antarmuka sebagai berikut:

##### 1. *Interface* Tampilan awal (*Welcome*)



Gambar 4.2 Rancangan Tampilan Awal Selamat Datang (*Welcome*)

#### **Keterangan:**

Menu Tampilan awal : **Tampilan Utama** aplikasi media pembelajaran

***Fuelpump*** berbasis teknologi *Augmented Reality*

Deskripsi : Berisi judul dari aplikasi pembelajaran

*Backsound* : *seven sweel-based on "nji".mp3*

Judul : Instrument

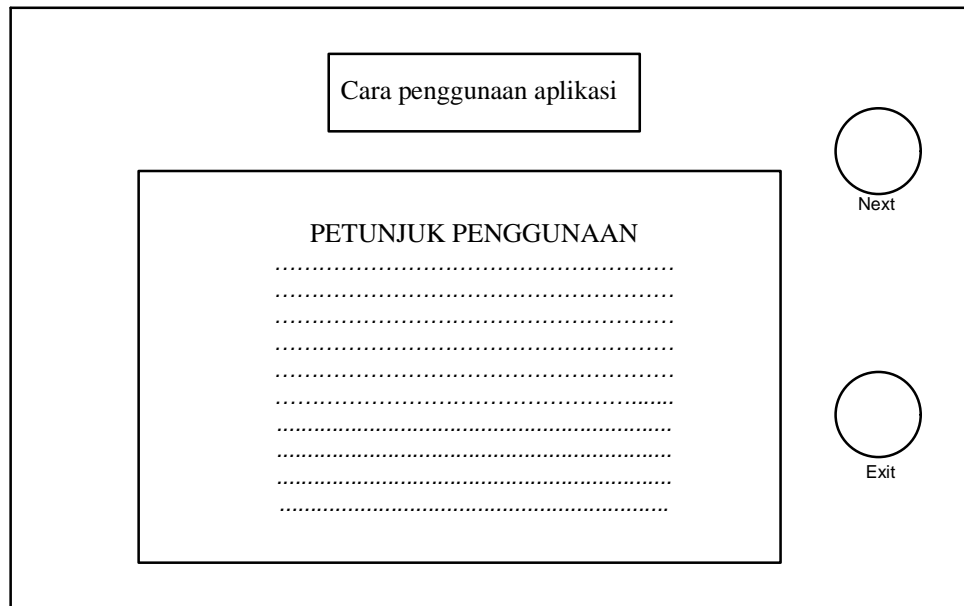
Tipe audio : MP3

Durasi Waktu : 00:06:16

Welcome sound : Rekaman suara  
Pengisi suara : Tri Ajeng Sinta Dewi  
Durasi narasi : 10 detik

Pada perancangan *interface* halaman *Welcome* dari aplikasi ARFuelpump didesain dalam bentuk warna *orange* ditambah dengan warna kuning dan coklat, ada beberapa animasi tulisan yang ditambahkan yaitu simulasi mekanisme pembelajaran cara kerja *fuelpump* dengan menggunakan *Augmented Reality*.

## 2. *Interface* petunjuk cara penggunaan aplikasi



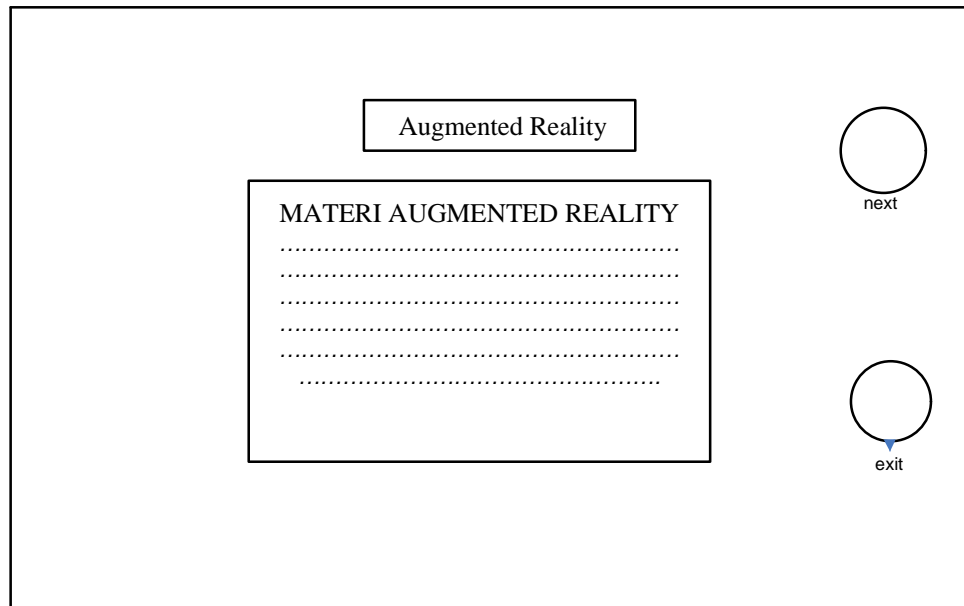
Gambar 4.3 Rancangan Tampilan Petunjuk Penggunaan

### **Keterangan:**

Materi Tampilan : **Menu Cara Penggunaan Aplikasi**  
**Berbasis Teknologi *Augmented Reality***  
Deskripsi : Berisi petunjuk penggunaan aplikasi  
*Backsound* : *seven sweet-based on "niji".mp3*  
Judul : Instrument  
Tipe audio : MP3  
Durasi Waktu : 00:06:16

Pada petunjuk penggunaan terdapat langkah-langkah penggunaan aplikasi ARFuelpump ini, petunjuk penggunaan diberikan diawal agar sebelum pengguna menggunakan aplikasi ini dapat memahami langkah-langkah penggunaan aplikasi ARFuelpump terlebih dahulu. Kemudian ditambahkan dengan tombol *next* untuk lanjut ke materi berikutnya dan tombol *exit* untuk keluar.

### 3. *Interface Materi Augmented Reality*



Gambar 4.4 Rancangan Tampilan Materi *Augmented Reality*

#### **Keterangan:**

Materi Tampilan : **Menu materi aplikasi Media Pembelajaran Fuelpump Berbasis Teknologi *Augmented Reality***

Deskripsi : Berisi materi *Augmented Reality*.

*Backsound* : *seven sweet-based on "niji".mp3*

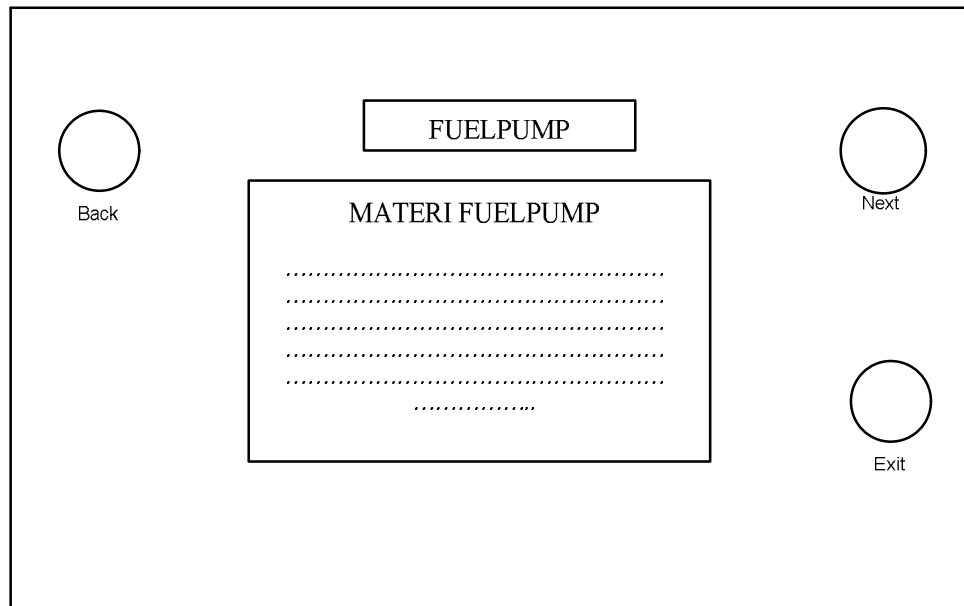
Judul : Instrument

Tipe audio : MP3

Durasi Waktu : 00:06:16

Pada menu materi *Augmented Reality* terdapat materi-materi dari media pembelajaran ARFuelpump, kemudian ditambahkan dengan tombol *next* untuk lanjut ke materi berikutnya dan tombol *exit* untuk keluar.

#### 4. *Interface Materi Fuelpump*



Gambar 4.5 Rancangan Tampilan Materi *Fuelpump*

#### **Keterangan:**

Materi Tampilan : **Menu materi *fuelpump***

**berbasis teknologi *Augmented Reality***

Deskripsi : Berisi tombol ***back***, ***next*** dan ***exit*** yang akan digunakan.

*Backsound* : *seven sweel-based on"niji".mp3*

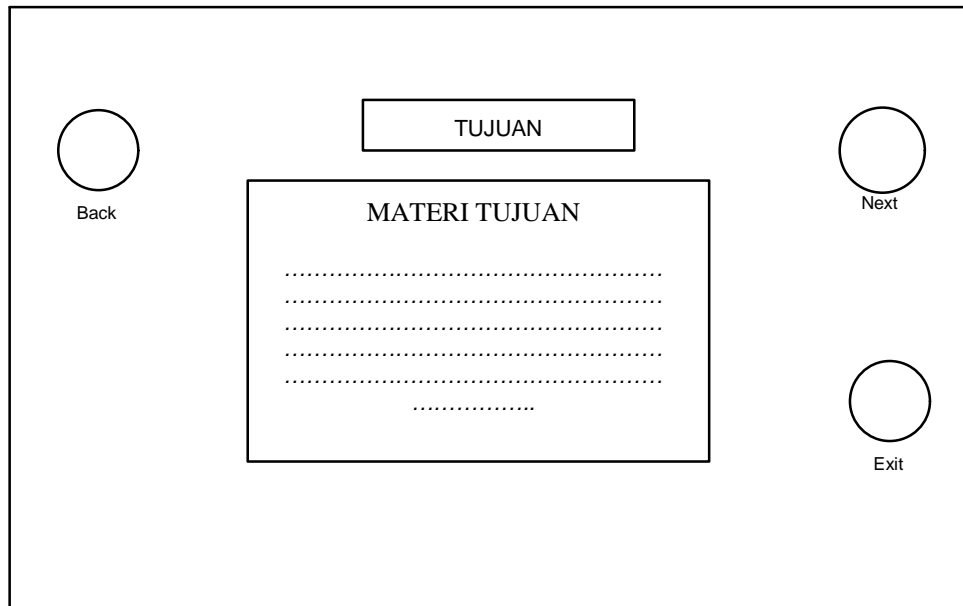
Judul : Instrument

Tipe audio : MP3

Durasi Waktu : 00:06:16

Pada menu materi *fuelpump* terdapat materi-materi dari media pembelajaran ARFuelpump, kemudian ditambahkan dengan tombol ***next*** untuk lanjut ke materi berikutnya, ***back*** untuk kembali ke menu sebelumnya dan tombol ***exit*** untuk keluar.

## 5. *Interface* Materi tujuan



Gambar 4.6 Rancangan Tampilan Materi tujuan

### **Keterangan:**

Materi Tampilan : **Menu materi tujuan**

Deskripsi : Berisi tombol *back*, *next* dan *exit* yang akan digunakan.

*Backsound* : *seven sweet-based on "nji".mp3*

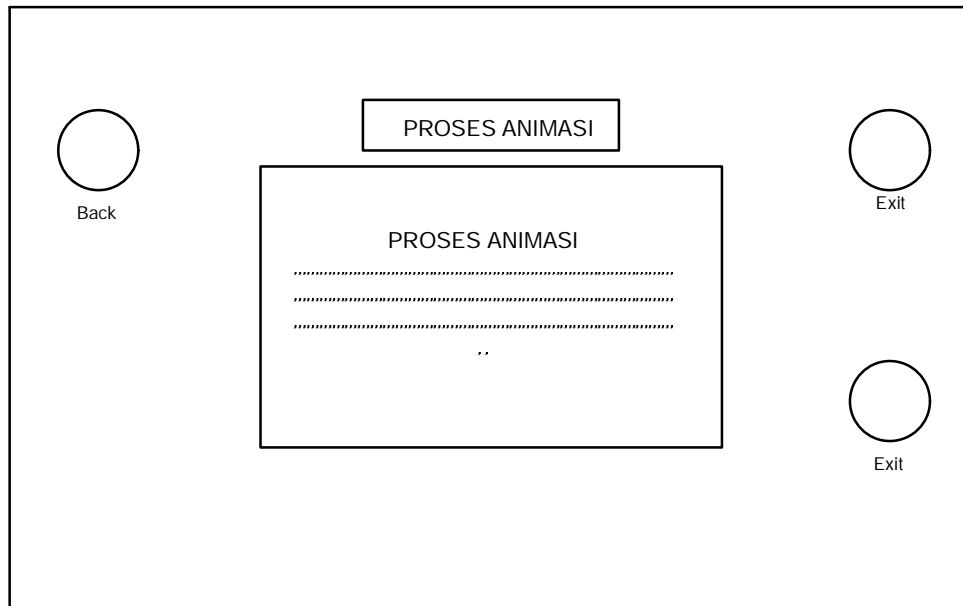
Judul : Instrument

Tipe audio : MP3

Durasi Waktu : 00:06:16

Pada menu materi tujuan terdapat materi-materi dari media pembelajaran ARFuelump, kemudian ditambahkan dengan tombol *next* untuk lanjut ke materi berikutnya, *back* untuk kembali ke menu sebelumnya dan tombol *exit* untuk keluar.

## 6. *Interface* Materi Proses Animasi



Gambar 4.7 Rancangan Tampilan Materi Proses Animasi

### **Keterangan:**

Materi Tampilan : **Menu materi proses animasi**

Deskripsi : Berisi tombol **back**, **next** dan **exit** yang akan digunakan.

*Backsound* : *seven sweel-based on "nji".mp3*

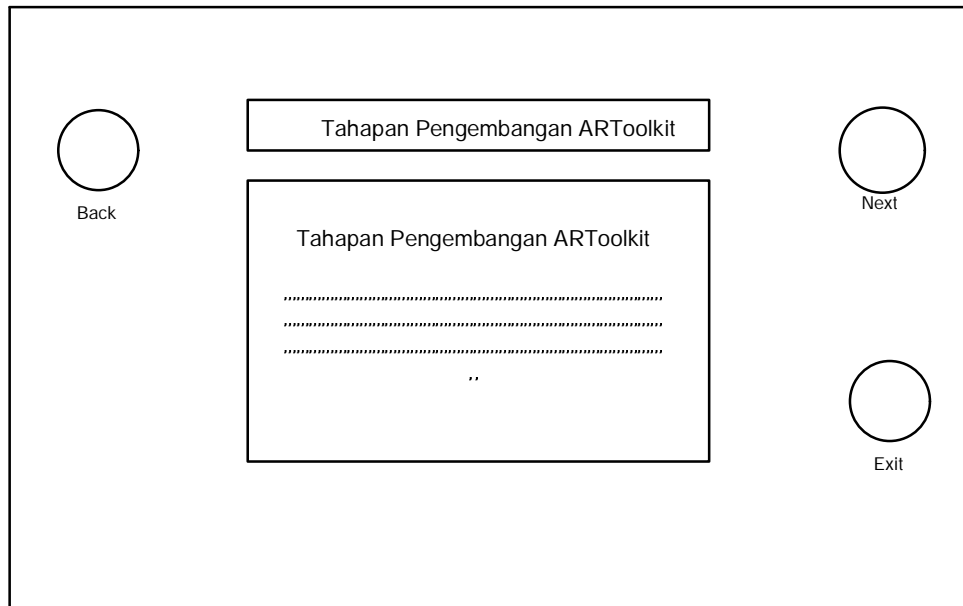
Judul : Instrument

Tipe audio : MP3

Durasi Waktu : 00:06:16

Pada menu materi proses animasi terdapat materi-materi dari media pembelajaran ARFuelump, kemudian ditambahkan dengan tombol **next** untuk lanjut ke materi berikutnya, **back** untuk kembali ke menu sebelumnya dan tombol **exit** untuk keluar.

## 7. *Interface* Materi Tahapan Pengembangan ARToolkit



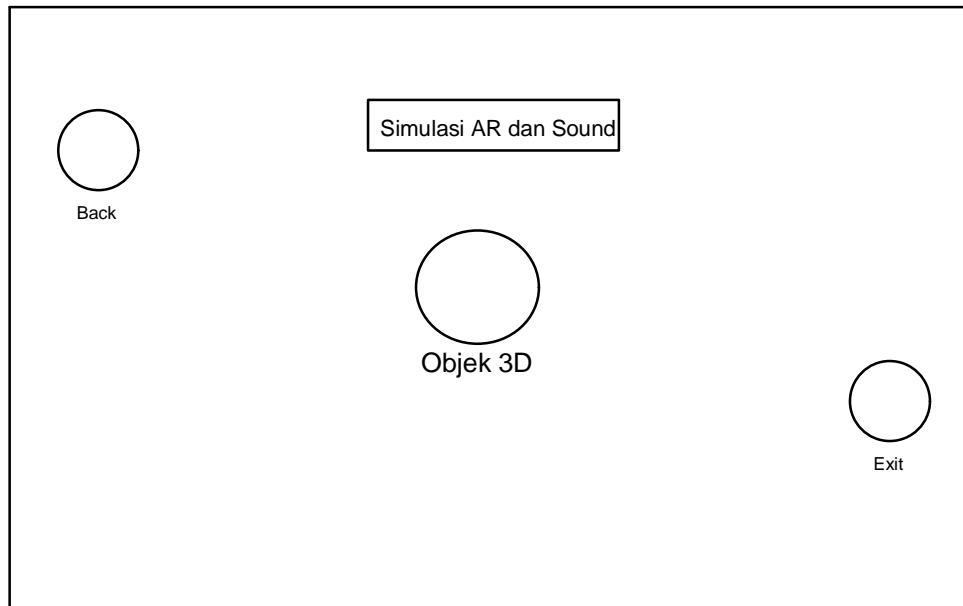
Gambar 4.8 Rancangan Tampilan Materi Tahapan Pengembangan ARToolkit

### **Keterangan:**

Materi Tampilan	: <b>Menu materi tahapan pengembangan ARToolkit</b>
Deskripsi	: Berisi tombol <i>back</i> , <i>next</i> dan <i>exit</i> yang akan digunakan.
Backsound	: <i>seven sweet-based on "nji".mp3</i>
Judul	: Instrument
Tipe audio	: MP3
Durasi Waktu	: 00:06:16

Pada menu materi Tahapan Pengembangan ARToolkit terdapat *flowchart* pembuatan ARFuelump, kemudian ditambahkan dengan tombol *next* untuk lanjut ke materi berikutnya, *back* untuk kembali ke menu sebelumnya dan tombol *exit* untuk keluar.

## 8. *Interface* Simulasi AR dan Sound



Gambar 4.9 Rancangan Tampilan Simulasi AR dan Sound

### **Keterangan:**

Materi Tampilan : **Menu Simulasi AR dan sound**

Deskripsi : Berisi tombol *back*, *objek 3D*, dan *exit* yang akan digunakan.

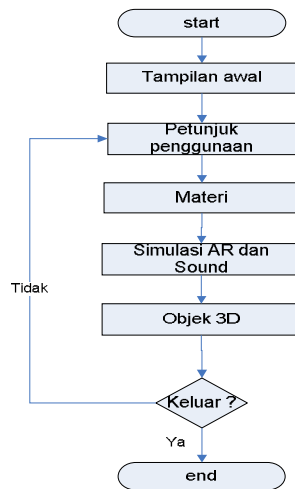
Pada menu Simulasi AR dan sound terdapat tombol objek 3D untuk melihat animasi yang ditampilkan, *back* untuk kembali ke menu sebelumnya dan tombol *exit* untuk keluar.

### **4.2.3 Perancangan *Flowchart* aplikasi**

*Flowchart* atau diagram alir adalah gambaran yang menampilkan struktur, urutan kegiatan dari suatu program dari awal sampai akhir dan isi halaman per halaman. Dengan adanya *flowchart* akan sangat membantu untuk memvisualisasikan isi dari setiap halaman aplikasi tersebut.

Berikut ini adalah *flowchart* untuk aplikasi media pembelajaran interaktif berbasis teknologi *Augmented Reality*:





Gambar. 4.10 *Flowchart* penggunaan Aplikasi ARFuelpump

Dari Gambar 4.10 dapat dijelaskan bahwa untuk *flowchart* pada penggunaan aplikasi ARFuelpump berjalan sebagai berikut:

1. Saat memulai sistem, pengguna akan diberikan tampilan halaman awal dengan animasi *welcome*. Untuk tahap selanjutnya secara otomatis masuk ke cara penggunaan aplikasi.
2. Setelah masuk ke cara penggunaan aplikasi, dihalaman ini pengguna dapat membaca cara penggunaan dan informasi mengenai menu-menu aplikasi ARFuelpump.
3. Ketika sudah selesai membaca petunjuk penggunaan aplikasi, maka tekanlah tombol **next** untuk masuk pada halaman materi *Augmented Reality*.
4. Selanjutnya setelah sampai pada materi *fuelpump*, maka jika ditekan tombol **next** pengguna (*user*) bisa lanjutkan ke materi berikutnya, dan jika ingin mengulang ke materi sebelumnya, tekanlah tombol **back**.
5. Selanjutnya jika sampai pada materi tujuan pembangunan *Augmented Reality* untuk objek *fuelpump*, maka jika ditekan tombol **next** pengguna (*user*) bisa lanjutkan ke materi berikutnya, dan jika ingin mengulang ke materi sebelumnya, tekanlah tombol **back**.

6. Selanjutnya jika pada materi proses animasi, maka jika ditekan tombol **next** pengguna (*user*) bisa lanjutkan ke materi berikutnya, dan jika ingin mengulang ke materi sebelumnya, tekanlah tombol **back**.
7. Jika pada materi tahap pengembangan ARToolkit, maka jika ditekan tombol **next** pengguna (*user*) bisa lanjutkan ke materi berikutnya, dan jika ingin mengulang ke materi sebelumnya, tekanlah tombol **back**.
8. Pada menu Simulasi AR dan sound jika ditekan tombol **objek 3D** untuk melihat animasi yang ditampilkan, **back** untuk kembali ke menu sebelumnya dan tombol **exit** untuk keluar.

#### **4.2.4 Perancangan Marker**






*Marker* merupakan bagian yang sangat penting. Perancangan *marker* tidak boleh dilakukan sembarangan, ada aturan yang harus dipenuhi dalam merancang sebuah *marker*. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan *marker*, yaitu:

1. Dalam kasus ini *marker* harus berwarna hitam agar lebih mempermudah dalam proses perhitungan pendeteksian *marker* dan *render* objek.
2. *Marker* yang digunakan harus berbentuk segi empat.
3. Ukuran *marker* akan berpengaruh terhadap objek yang akan ditampilkan.
4. Ketebalan *marker* juga sangat diperhatikan dalam membuat sebuah *marker*.  
Tebal *marker* disarankan minimal 25% dari panjang garis tepi *marker*.



##### **4.2.4.1 Design Marker Model 3D**

Berikut *marker-marker* yang digunakan untuk menjalankan objek 3D ARFuelump.

**Tabel. 4.2** Gambar *marker* objek 3D ARFuelpump

No	Gambar	Kegunaan <i>Marker</i>
1		<i>Marker</i> untuk objek 3D tampilan luar <i>fuelpump</i>
2		<i>Marker</i> untuk objek 3D kerja <i>fuelpump</i> secara utuh
3		<i>Marker</i> untuk objek 3D permasalahan ringan <i>fuelpump</i>
4		<i>Marker</i> untuk objek 3D permasalahan berat <i>fuelpump</i>
5		<i>Marker</i> untuk objek 3D permasalahan ringan setelah di <i>zoom</i>

**Tabel. 4.2** Gambar *marker* objek 3D ARFuelpump (lanjutan)


No	Gambar	Kegunaan <i>Marker</i>
6		<i>Marker</i> untuk objek 3D permasalahan berat setelah di <i>zoom</i>
7		<i>Marker</i> untuk objek 3D pompa bahan bakar setelah di <i>zoom</i>

Pada *marker* Objek 3D ARFuelpump ini digunakan sebanyak 7 *marker* yang terdiri dari 7 *marker* objek yang memiliki ukuran 8 cm x 8 cm. seluruh *marker* berada pada halaman buku ARFuelpump.

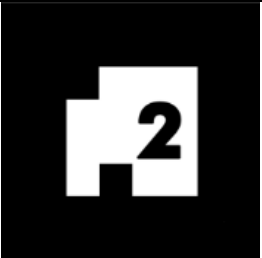


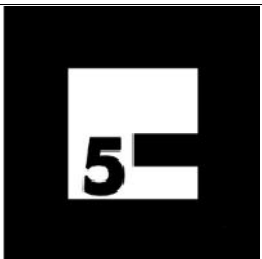
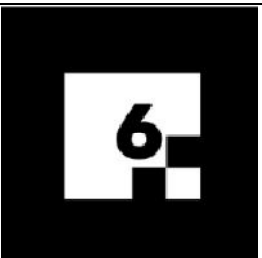
#### 4.2.4.2 *Design Marker Sound*

Berikut *marker-marker* yang digunakan untuk mendengarkan penjelasan tentang *sound* ARFuelpump.


**Tabel. 4.3** Gambar *marker* Sound ARFuelpump.

No	Gambar <i>marker</i>	Keterangan
1		<i>Marker</i> untuk sound objek 3D tampilan luar <i>fuelpump</i>

**Tabel. 4.3** Gambar *marker* Sound ARFuelpump (lanjutan).

No	Gambar marker	Keterangan
2		<i>Marker</i> untuk sound objek 3D kerja <i>fuelpump</i> secara utuh
3		<i>Marker</i> untuk sound objek 3D permasalahan ringan <i>fuelpump</i>
4		<i>Marker</i> untuk sound objek 3D permasalahan berat <i>fuelpump</i>
5		<i>Marker</i> untuk sound objek 3D permasalahan ringan setelah di <i>zoom</i>
6		<i>Marker</i> untuk sound objek 3D permasalahan berat setelah di <i>zoom</i>

**Tabel. 4.3** Gambar *marker* Sound ARFuelpump (lanjutan).

No	Gambar marker	Keterangan
7		<i>Marker</i> untuk sound objek 3D 3D pompa bahan bakar setelah di <i>zoom</i>

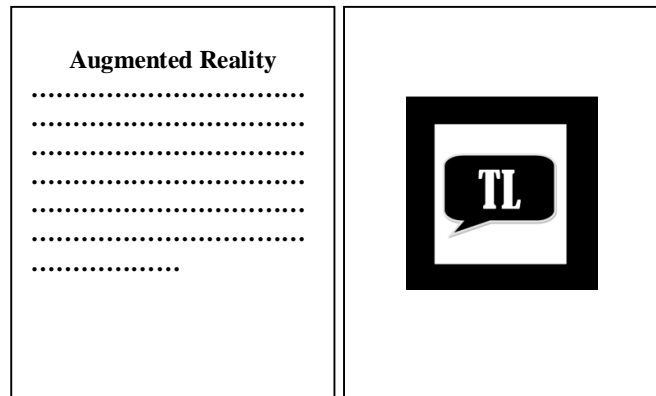
Pada *marker Sound* ARFuelpump ini digunakan sebanyak 7 *marker* yang terdiri dari 7 *marker* objek yang memiliki ukuran 8 cm x 8 cm. seluruh *marker* berada pada halaman buku ARFuelpump.

#### 4.2.5 Perancangan Antar Muka Buku ARFuelpump

Tahap perancangan Buku ARFuelpump merupakan suatu tahapan yang sangat penting. Desain yang dibuat berupa *magicbook* yang mudah untuk digunakan oleh pengguna, serta informasi yang dihasilkan program yang sudah dibuat dapat dimengerti oleh pengguna. Perancangan Buku ARFuelpump bertujuan untuk memberikan gambaran posisi *marker* yang dibuat. Objek animasi tiga dimensi merupakan objek yang akan ditampilkan diatas *Marker* yang dapat dilihat oleh pengguna dengan bantuan *webcam*. Pengguna dapat melihat dari berbagai sudut pandang dengan syarat *Marker* yang ada pada *magicbook* harus terdeteksi oleh *webcam*. Selain itu deskripsi objek dapat dilihat pada halaman *magicbook* agar pengguna dapat lebih memahami objek yang ditampilkan.

Spesifikasi Buku ARFuelpump yang dirancang yaitu:

Nama	: Buku Fuelpump
Ukuran	: 20.30 x 27.11 cm
Tebal	: 13 Halaman + cover
Jumlah <i>Marker</i>	: 14 <i>Marker</i>
Warna <i>Cover</i>	: <i>Background</i> + hitam
Posisi <i>Marker</i>	: Tengah



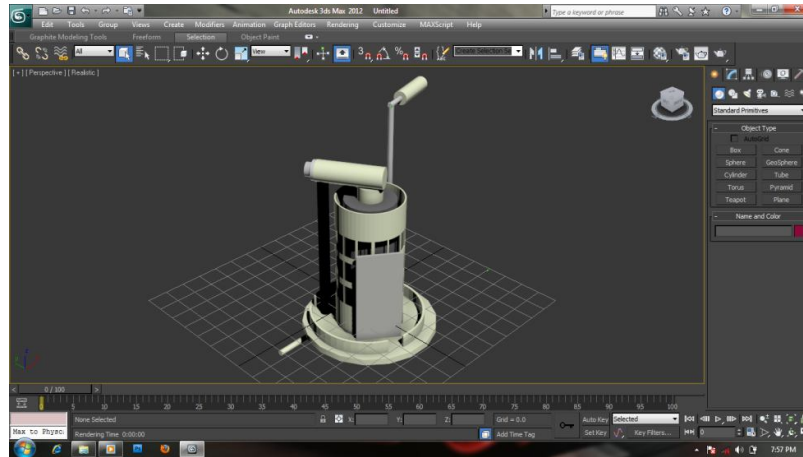
Gambar 4.11 Halaman Buku yang terdapat sebuah *marker*

Pada Gambar 4.11 adalah bentuk rancangan buku pada aplikasi ARFuelump, setiap halaman hanya memiliki satu *marker*.

Pada penempatan *marker* ada beberapa posisi yang digunakan pada halaman Buku ARFuelump, posisi yang paling utama adalah ditengah halaman Buku ARFuelump kemudian pada posisi atas dan bawah. Pada posisi tengah *marker* memberikan objek 3D yang seimbang antara kiri dan kanan, untuk melihat objek lebih jelas maka dapat melakukan gerakan pada Buku ARFuelump dengan cara memutar ke kiri atau ke kanan dan juga dapat mengangkat buku keatas mendekat kearah *webcam* untuk melihat objek menjadi lebih besar lagi.

#### 4.2.6 Perancangan objek 3D

Perancangan objek 3D sangat penting karena objek 3D inilah yang akan ditampilkan. Langkah awal untuk membuat objek animasi *fuelpump* dibangun dengan menggunakan aplikasi 3Dmax. Berikut tampilannya ada pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Objek bentuk luar *fuelpump*.

Pada Gambar 4.12 Objek bentuk luar *fuelpump* dibangun dengan menggunakan *cylinder* dan *plane* yang telah dikembangkan menjadi sebuah objek bentuk luar dari *fuelpump*.

### 4.3 *Material Collecting*

*Material collecting* atau pengumpulan bahan dapat dikerjakan paralel dengan tahap *assembly*. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan bahan seperti *text*, *image*, *sound* yang diperlukan untuk tahap selanjutnya. Bahan yang diperlukan dalam multimedia dapat diperoleh dari sumber-sumber seperti *library*, bahan yang sudah ada pada pihak lain atau pembuatan khusus yang dilakukan oleh pihak lain. Pada *material collecting* ini akan dikumpulkan semua materi yang berhubungan untuk perancangan aplikasi ARFuelpump berupa *sound*, *text* dan gambar untuk animasi yang digunakan.

#### 4.3.1 *Analisa Sound*

Suara merupakan salah satu media yang digunakan dalam aplikasi pembelajaran. Media suara digunakan dengan dua tujuan yaitu sebagai *background* aplikasi pembelajaran dan memberi penjelasan mengenai materi yang disampaikan. Suara yang digunakan yaitu yang berhubungan dengan animasi dan simulasi dalam proses tampilan 3D dari suatu objek, maka penjelasan dari objek



tadi akan dapat kita dengarkan melalui *sound* yang ada. Pada aplikasi pembelajaran ini digunakan beberapa jenis suara yang terdiri dari:

1. Suara Materi pelajaran dengan format .WAV yang sudah direkam terlebih dahulu dan sesuai dengan materi dari masing-masing objek 3D. Proses perekaman materi menggunakan aplikasi *Cool Edit Pro. 2.1*.
2. Suara musik instrumental (*background*), dengan format .MP3, musik ini digunakan pada halaman tampilan awal sampai halaman pada materi tentang penggunaan perangkat lunak media pembelajaran *fuel pump* berbasis *Augmented Reality*.

#### **4.3.2 Data Animasi**

Animasi merupakan penggabungan beberapa media gambar secara berurutan yang menghasilkan sebuah gerakan (*motion*). Animasi yang digunakan pada perangkat lunak media pembelajaran *fuel pump* berbasis *Augmented Reality* ini yaitu animasi teks, tombol dan objek 3D, agar membuat tampilan dari aplikasi ini menarik.

## BAB V

### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Pada tahapan selanjutnya, setelah melakukan pengembangan pada analisa dan perancangan, maka tahap pengembangan multimedia selanjutnya adalah implementasi dan pengujian.

#### 5.1 Implementasi (*Assembly*)

Tahap *assembly* merupakan tahap seluruh objek multimedia dibuat dan perangkat lunak siap dioperasikan pada keadaan yang sebenarnya sehingga akan diketahui apakah perangkat lunak *fuelpump* yang dibuat telah menghasilkan tujuan yang diinginkan. Pembuatan perangkat lunak berdasarkan *storyboard*, dan struktur *navigasi* yang berasal dari tahap perancangan. Perangkat lunak pembelajaran *fuelpump* berbasis teknologi *Augmented Reality* ini dibangun menggunakan *library ArToolkit*, *Software Adobe Flash CS6* dan *software modeling 3DS Max* untuk pembuatan objek dan animasi 3D.

##### 5.1.1 Batasan Implementasi

Batasan implementasinya adalah:

1. Menggunakan *Adobe Flash CS6* dalam pembuatan *interface* aplikasi
2. *Augmented Reality ArToolkit 2.72* sebagai *Library* aplikasi ARFuelpump
3. Perangkat lunak pembelajaran *fuelpump* ini digunakan oleh pengguna sebagai salah satu media dalam memahami proses belajar mengajar tentang materi *fuelpump* yang bersifat *abstrak*. Pengguna yang akan menggunakan perangkat lunak pembelajaran ini yaitu guru dan siswa SMK Jurusan Mesin.

##### 5.1.2 Tujuan Implementasi

Tujuan penyusunan implementasi ini adalah membangun suatu perangkat lunak pembelajaran multimedia interaktif berbasis teknologi *Augmented Reality* untuk memberikan solusi alternatif dalam proses pemahaman terhadap

pembelajaran *fuelpump* terhadap siswa-siswi Sekolah Menengah Kejuruan berdasarkan analisa dan perancangan pada bab sebelumnya.

### **5.1.3 Lingkungan Implementasi**

Lingkungan implementasi ada dua yaitu lingkungan perangkat keras dan lingkungan perangkat lunak.

#### **a. Lingkungan Perangkat Keras**

Perangkat keras yang digunakan pada tahap implementasi mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. *Processor* Intel Core 2 duo
2. *Memory* 1024 GB
3. *Hard Disk* 160 GB.
4. *VGA Intel* 256MB
5. *Marker objek dan sound*
6. Buku ARFuelump
7. Kamera *External M – Tech 5.0M Pixel*
8. *Sound speaker Altec Lansing NO ACS340 MULTI-MEDIA*

#### **b. Lingkungan Perangkat Lunak**

Perangkat lunak yang digunakan pada tahap implementasi mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Sistem Operasi: *Microsoft Windows 7*
2. *Adobe Flash CS6*
3. *Cool Edit Pro 2.1*
4. *Adobe Photoshop CS3*
5. *ArToolkit Software Library2.72*
6. *Autodesk 3DS Max 2012*

## **5.2 Hasil Implementasi**

Pada media pembelajaran *fuelpump* ini menghasilkan antarmuka multimedia seperti penjelasan dibawah ini:

Tampilan awal media pembelajaran ini berupa ucapan selamat datang memasuki media pembelajaran interaktif *fuelpump*.



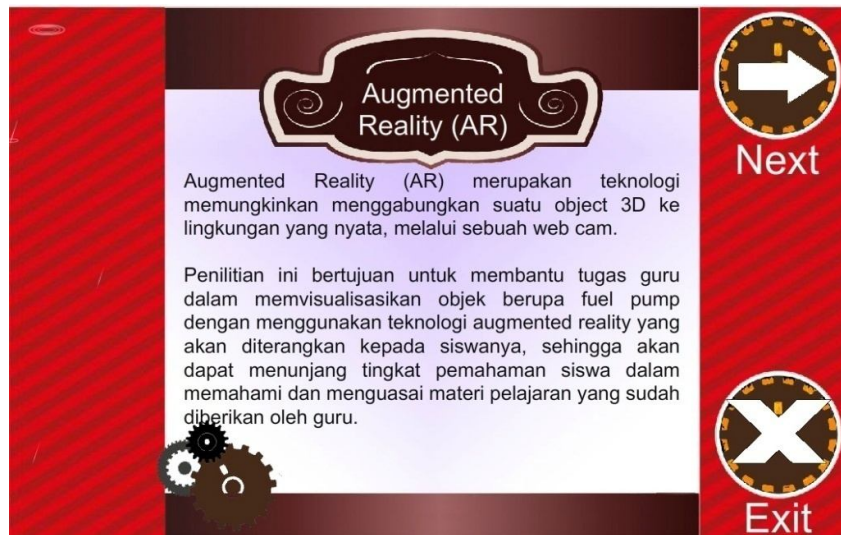
Gambar 5.1 Tampilan Animasi Menu Awal (Selamat Datang)

Pada tampilan awal secara otomatis masuk ke cara penggunaan aplikasi, menu ini menggunakan instrumen *seven wheel-based on "nji".mp3* dan diselingi dengan ucapan selamat datang.

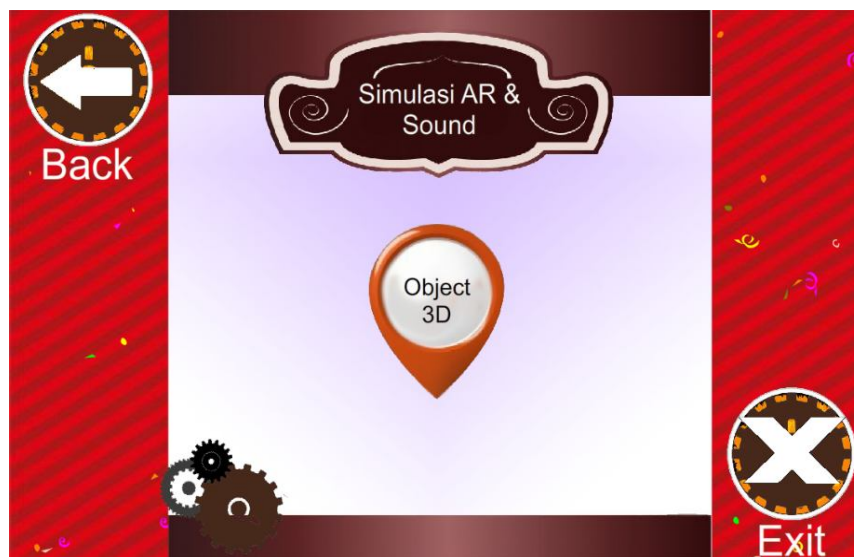
Pada halaman ini juga terdapat beberapa animasi, yaitu pada kalimat Simulasi mekanisme pembelajaran cara kerja *fuel pump* dengan menggunakan *Augmented Reality*, semua itu diberikan agar tampilan dari halaman menu awal ini tampak lebih menarik.



Gambar 5.2 Tampilan Petunjuk cara penggunaan Aplikasi ARFuelpump



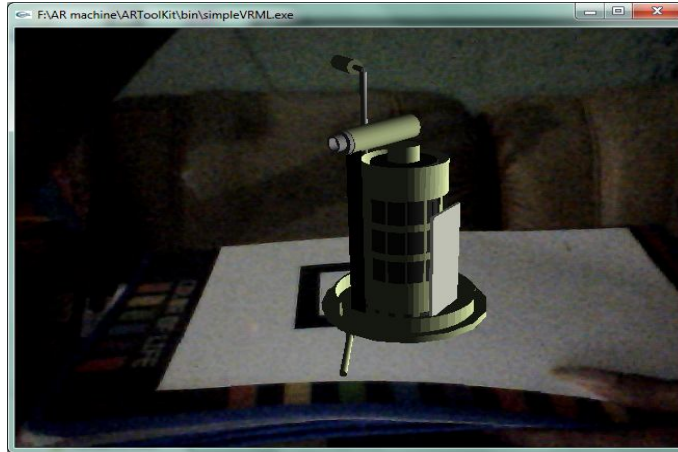
Gambar 5.3 Tampilan materi



Gambar 5.4 Tampilan Simulasi AR dan Sound.

Pada Gambar 5.2 adalah gambar yang menunjukkan cara penggunaan aplikasi ARFuelpump. Gambar 5.3 adalah salah satu contoh materi yang juga terdapat di ARFuelpump, Gambar 5.4 adalah tampilan simulasi AR dan *sound*, hal ini dapat membantu dalam penguasaan materi tambahan untuk menampilkan menu-menu yang disediakan di halaman ini. Masing-masing menu terdapat tombol untuk masuk ke dalam aplikasi objek 3D untuk tiap animasi yang ditampilkan.

Berikut salah satu contoh gambar objek yang tampil ketika *marker* dihadapkan ke kamera adalah.



Gambar 5.5 Tampilan salah satu objek yang tampil di kamera.

Pada Gambar 5.5 adalah salah satu objek yang tampil ketika marker dihadapkan ke kamera sebagai tanda pengenalan gambar. Sebelum objek tampil di kamera harus melalui tahap *rendering* dahulu gunanya untuk mendeteksi berapa banyak marker yang bisa dibaca oleh ARToolkit.

### 5.3 *Testing (Pengujian)*

Setelah perangkat lunak pembelajaran multimedia ini selesai, tahap selanjutnya adalah pengujian terhadap perangkat lunak tersebut. Pengujian yang dilakukan yaitu:

1. Pengujian dengan menggunakan *Blackbox*
2. Pengujian aplikasi yang telah siap digunakan dan juga pengujian kondisi – kondisi yang terjadi jika perangkat ajar dijalankan atau dicoba dengan beberapa komputer dan alat kamera yang lain.

#### 5.3.1 *Pengujian Menggunakan Blackbox*

Pengujian *blackbox* berfokus kepada pengujian dengan melihat fungsi-fungsi yang ada dalam program tanpa harus mengetahui bagaimana fungsi tersebut dibuat programnya.

Pada media pembelajaran interaktif berbasis teknologi *Augmented Reality* ini, pengujian merujuk pada fungsi-fungsi yang dimiliki sistem, kemudian membandingkan hasil keluaran program dengan hasil yang diharapkan. Bila hasil yang diharapkan sesuai dengan hasil pengujian, hal ini berarti perangkat lunak sesuai dengan desain yang telah ditentukan sebelumnya. Bila belum sesuai maka perlu dilakukan pengecekan lebih lanjut dan perbaikan. Pada pengujian kali ini dilakukan dengan menggunakan emulator dan menguji proses-proses yang telah di desain sebelumnya.

**Tabel 5.1** Pengujian Blackbox ARFuelpump

No	Pengujian	Deskripsi	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian	Kesimpulan
1	Menu Awal		Tampil menu utama	Muncul menu utama	berhasil
2	Menu cara penggunaan aplikasi	Klik tombol next	Tampil menu berikutnya	Muncul menu berikutnya	berhasil
3	Menu cara penggunaan aplikasi	Klik tombol exit	keluar	keluar	berhasil
4	Menu materi augmented reality	Klik tombol next	Tampil menu berikutnya	Muncul menu berikutnya	berhasil
5	Menu materi augmented reality	Klik tombol exit	keluar	keluar	berhasil
6	Menu materi fuelpump	Klik tombol next	Tampil menu berikutnya	Muncul menu berikutnya	berhasil
7	Menu materi fuelpump	Klik tombol back	Tampil menu sebelumnya	Muncul menu sebelumnya	berhasil
8	Menu materi fuelpump	Klik tombol exit	keluar	keluar	berhasil
9	Menu materi fuelpump	Klik tombol kembali	Tampil menu kembali	Muncul menu kembali	berhasil
10	Menu simulasi AR dan Sound	Klik tombol back	Tampil menu sebelumnya	Muncul menu sebelumnya	berhasil
11	Menu simulasi AR dan sound	Klik tombol objek 3D	Tampil aplikasi 3D ARFuelpump	Muncul aplikasi 3D ARFuelpump	berhasil
12	Menu simulasi AR dan sound	Klik tombol exit	keluar	keluar	berhasil

Untuk tahapan pengujian awal dalam aplikasi ARFuelpump ini semua menu yang telah disiapkan berjalan dengan baik, masing-masing menu menunjukkan kinerja dari aplikasi ini dengan sempurna.

### 5.3.2 Pengujian Aplikasi ARFuelpump

Melakukan pengujian terhadap aplikasi yang akan dijalankan mulai dari proses pendeteksian *marker* sampai pada tahap *rendering* objek. Dalam pengujian ini, 15 buah *marker* akan dideteksi terlebih dahulu oleh *webcam*. Pendeteksian *marker* dilakukan dengan cara mengarahkan *marker* tepat didepan *webcam* sehingga seluruh permukaan *marker* dapat terlihat oleh *webcam*. *Marker* yang akan dideteksi harus di *print* terlebih dahulu dengan menggunakan bahan kertas yang tidak memantulkan cahaya. *Marker* sering kali menampilkan model yang bukan modelnya, ini disebabkan oleh pola dari *marker* yang memiliki kemiripan *background* sehingga menimbulkan kesalahan ketika proses pendeteksian.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *webcam external M-Tech 5.0M*. Jarak sangat mempengaruhi dalam pelacakan optik ketika *marker* digerakan menjauhi *webcam*, jarak terjauh memiliki *pixel* yang lebih sedikit sehingga tidak cukup detail untuk dapat mengidentifikasi pola pada *marker*. Semakin besar ukuran *marker* maka semakin jauh jarak pendeteksian *marker*.

#### 5.3.2.1 Pengujian Deteksi Marker ARFuelpump

Pada tahapan ini adalah melakukan pengujian seluruh *marker* yang akan digunakan pada aplikasi ARFuelpump, seluruh *marker* berjumlah 7 *marker* objek 3D. Setiap *marker* memiliki bentuk yang berbeda-beda.

**Tabel 5.2** Pengujian Deteksi *Marker* ARFuelpump

No	Data masukan	Tujuan	Pengamatan	Kesimpulan
1	<i>Marker</i> TL	Mendeteksi <i>marker</i> tampilan luar	<i>Marker</i> TL ditandai dan disimpan	Diterima
2	<i>Marker</i> SU	Mendeteksi <i>marker</i> cara kinerja yang utuh	<i>Marker</i> SU ditandai dan disimpan	Diterima
3	<i>Marker</i> PR	Mendeteksi <i>marker</i> permasalahan ringan	<i>Marker</i> PR ditandai dan disimpan	Diterima



**Tabel 5.2** Pengujian Deteksi *Marker* ARFuelpump (lanjutan).

No	Data masukan	Tujuan	Pengamatan	Kesimpulan
4	<i>Marker</i> PB	Mendeteksi <i>marker</i> permasalahan berat	<i>Marker</i> PB ditandai dan disimpan	Diterima
5	<i>Marker</i> PRZ	Mendeteksi <i>marker</i> permasalahan ringan di <i>zoom</i>	<i>Marker</i> PRZ ditandai dan disimpan	Diterima
6	<i>Marker</i> PBZ	Mendeteksi <i>marker</i> permasalahan berat di <i>zoom</i>	<i>Marker</i> PBZ ditandai dan disimpan	Diterima
7	<i>Marker</i> PMZ	Mendeteksi <i>marker</i> pompa bahan bakar di <i>zoom</i>	<i>Marker</i> PMZ ditandai dan disimpan	Diterima

Dalam pengujian seluruh *marker* pada kamera, semua *marker* dapat dideteksi oleh kamera dengan baik, setelah *marker* dideteksi oleh kamera yang ditandai dengan adanya garis berwarna merah dan hijau pada pinggir *marker*, maka *marker* siap untuk disimpan sebagai *marker* aplikasi ARFuelpump.

### 5.3.2.2 Pengujian Objek 3D ARFuelpump

Dalam tahapan pengujian objek 3D ARFuelpump ini akan dinilai kemampuan kamera untuk mendeteksi *marker* dan menampilkan pada layar desktop PC, dari 7 *marker* yang ada, hasil pengujiannya adalah:

**Tabel 5.3** Pengujian *Marker* Objek 3D ARFuelpump

No	Data masukan	Tujuan	Pengamatan	Kesimpulan
1	<i>Marker</i> TL	Menampilkan objek tampilan luar	Tampil bentuk luar dari <i>fuelpump</i>	Berhasil
2	<i>Marker</i> SU	Menampilkan objek kinerja yang utuh	Animasi cara kerja <i>fuelpump</i> dengan utuh	Berhasil
3	<i>Marker</i> PR	Menampilkan objek permasalahan ringan	Animasi permasalahan ringan <i>fuelpump</i>	Berhasil

**Tabel 5.3** Pengujian *Marker* Objek 3D ARFuelpump (lanjutan).

No	Data masukan	Tujuan	Pengamatan	Kesimpulan
4	<i>Marker</i> PB	Menampilkan objek permasalahan berat	Animasi permasalahan berat <i>fuelpump</i>	Berhasil
5	<i>Marker</i> PRZ	Menampilkan objek permasalahan ringan di <i>zoom</i>	Animasi permasalahan ringan di <i>zoom</i>	Berhasil
6	<i>Marker</i> PBZ	Menampilkan objek permasalahan berat di <i>zoom</i>	Animasi permasalahan berat di <i>zoom</i>	Berhasil
7	<i>Marker</i> PMZ	Menampilkan objek pompa bahan bakar di <i>zoom</i>	Animasi pompa bahan bakar di <i>zoom</i>	Berhasil

Pada pengujian terhadap 7 buah *marker* objek 3D yang dilakukan pada aplikasi ARFuelpump, secara keseluruhan semua *marker* berjalan dengan baik, begitu juga dengan animasi yang terdapat pada objek 3D tersebut.

### 5.3.2.3 Pengujian *Sound* ARFuelpump

Dalam tahapan pengujian *sound* ARFuelpump ini akan dinilai kemampuan kamera untuk mendeteksi *marker* dan menampilkan pada layar desktop PC, dari 7 *marker* yang ada, hasil pengujiannya adalah:

**Tabel 5.4** Pengujian *Marker sound* 3D ARFuelpump

No	Data masukan	Tujuan	Pengamatan	Kesimpulan
1	<i>Marker</i> 1	Mendengar informasi tentang tampilan luar	Keluar suara tentang bentuk luar dari <i>fuelpump</i>	Berhasil
2	<i>Marker</i> 2	Mendengar informasi tentang kinerja <i>fuelpump</i> yang utuh	Keluar suara tentang cara kerja <i>fuelpump</i> dengan utuh	Berhasil
3	<i>Marker</i> 3	Mendengar informasi tentang permasalahan ringan <i>fuelpump</i>	Keluar suara tentang permasalahan ringan <i>fuelpump</i>	Berhasil

**Tabel 5.4** Pengujian *Marker sound* 3D ARFuelpump (lanjutan)

No	Data masukan	Tujuan	Pengamatan	Kesimpulan
4	<i>Marker 4</i>	Mendengar informasi tentang permasalahan berat <i>fuelpump</i>	Keluar suara tentang permasalahan berat <i>fuelpump</i>	Berhasil
5	<i>Marker 5</i>	Mendengar informasi tentang permasalahan ringan <i>fuelpump</i> di <i>zoom</i>	Keluar suara tentang permasalahan ringan <i>fuelpump</i> di <i>zoom</i>	Berhasil
6	<i>Marker 6</i>	Mendengar informasi tentang permasalahan berat <i>fuelpump</i> di <i>zoom</i>	Keluar suara tentang permasalahan berat <i>fuelpump</i> di <i>zoom</i>	Berhasil
7	<i>Marker 7</i>	Mendengar informasi tentang pompa bahan bakar <i>fuelpump</i> di <i>zoom</i>	Keluar suara tentang pompa bahan bakar <i>fuelpump</i> di <i>zoom</i>	Berhasil

#### 5.3.2.4 Pengujian Aplikasi ARFuelpump dengan Perangkat Komputer Lain

Dalam melakukan pengujian aplikasi ini dengan beberapa perangkat komputer yang lain diantaranya *HP*, *Toshiba*, *Frontier*, *Compaq*, *Netbook* dan *PC* yang memiliki tingkat spesifikasi yang berbeda-beda, ini bertujuan untuk melihat sejauh mana kemampuan dari aplikasi ARFuelpump bisa dijalankan.

Pada perangkat *hardware* tambahan seperti kamera *eksternal*, *sound speaker* seluruh pengujian menggunakan perangkat yang sama.

Ada beberapa penilaian terhadap pengujian aplikasi ARFuelpump ini diantaranya:

1. Objek baik adalah ketika *marker* ditemukan oleh kamera maka objek 3D langsung muncul, namun sesekali objek 3D hilang dan muncul kembali dari *marker* ketika digerakkan.
2. Objek sangat baik adalah ketika *marker* ditemukan oleh kamera, maka objek 3D langsung muncul dan tanpa ada gangguan sedikitpun, ketika *marker* diputar atau digerakkan objek 3D masih tampil tetap dengan baik mengikuti pergerakan perputaran *marker*.
3. Objek patah-patah adalah ketika *marker* ditemukan oleh kamera maka objek 3D masih bisa mampu terlihat dari *marker*, namun lebih sering

hilang dan muncul dari *marker* yang terdeteksi oleh kamera, seakan-akan kamera kesulitan untuk mendeteksi *marker*.

Hasil dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. *PC Rakitan*

Hasil pengujian dari PC Rakitan terdapat pada table 5.5

**Tabel 5.5** Pengujian ARFuelump pada *PC Rakitan*

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	AMD Athlon	(tm) 64
RAM	2 GB	
VGA	NVIDIA 1,28 MB	
HDD	160 GB	
Kamera	5.0 Mega Pixel	Kamera eksternal
Objek 3D	Baik	
Sound	Baik	
Waktu Rendering	0.20 detik	7 model file

2. Compaq Presario V3000

Hasil pengujian dari Compaq Presario V3000 terdapat pada table 5.6

**Tabel 5.6** Pengujian ARFuelump pada Compaq Presario V3000

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	Intel core 2 duo	
RAM	1 GB	
HDD	160 GB	
Kamera	5.0 Mega Pixel	Kamera eksternal
Objek 3D	Baik	
Sound	Baik	
Waktu Rendering	00.22 detik	7 model file

3. TOSHIBA Satelit L310

Hasil pengujian dari TOSHIBA Satelit L310 terdapat pada table 5.7

**Tabel 5.7** Pengujian ARFuelpump pada Toshiba Satelit L310

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	Intel dual core	
RAM	1 GB	
VGA	Intel 358 MB	
HDD	160 GB	
Kamera	2.0 Mega Pixel	
Objek 3D	Kurang Baik	
Sound	Baik	
Waktu Rendering	00.35 detik	7 model file

4. TOSHIBA Satelit M505

Hasil pengujian dari TOSHIBA Satelit M505 terdapat pada table 5.8

**Tabel 5.8** Pengujian ARFuelpump pada Toshiba Satelit M505

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	Intel core 2 duo	
RAM	4 GB	
VGA	NVIDIA 1GB	
HDD	320 GB	
Kamera	2.0 Mega Pixel	
Objek 3D	Kurang baik	
Sound	Baik	
Waktu Rendering	00.21 detik	7 model file

5. TOSHIBA Satelit M505

Hasil pengujian dari TOSHIBA Satelit M505 terdapat pada table 5.9

**Tabel 5.9** Pengujian ARFuelpump pada Toshiba Satelit M505

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	Intel core 2 duo	
RAM	4 GB	
VGA	NVIDIA 1GB	
HDD	320 GB	
Kamera	5.0 Mega Pixel	Kamera eksternal
Objek 3D	Baik	
Sound	Baik	
Waktu Rendering	00.21 detik	7 model file

6. *Notebook* TOSHIBA-PC

Hasil pengujian dari TOSHIBA-PC terdapat pada table 5.10

**Tabel 5.10** Pengujian ARFuelpump pada *Notebook* Toshiba -PC

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	Intel atom	
RAM	1 GB	
HDD	160 GB	
Kamera	1.3 Mega Pixel	
Objek 3D	Kurang baik	
Sound	Baik	
Waktu Rendering	01.20 detik	7 model file

7. *Notebook* Frontier FRNU 305

Hasil pengujian dari Frontier FRNU 305 terdapat pada table 5.11

**Tabel 5.11** Pengujian ARFuelpump pada *Notebook* Frontier FRNU 305

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	Intel Atom	N280 (1,66 GHz)
RAM	1 GB	
VGA	512 MB	
HDD	500 GB	
Kamera	5.0 Mega Pixel	Kamera eksternal
Objek 3D	Baik	
Sound	Baik	
Waktu Rendering	01.27 detik	7 model file

8. *Notebook* HP 520

Hasil pengujian dari *Notebook* HP 520 terdapat pada table 5.12

**Tabel 5.12** Pengujian ARFuelpump pada *Notebook* HP 520

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	Intel dual core	
RAM	512 GB	
HDD	80 GB	
Kamera	5.0 Mega Pixel	Kamera eksternal
Objek 3D	Patah-patah	
Waktu Rendering	01.50 detik	7 model file

9. *Notebook* HP mini 110-3500

Hasil pengujian dari *Notebook* HP mini 110-3500 terdapat pada table 5.13

**Tabel 5.13** Pengujian ARFuelpump pada *Notebook* HP mini 110-3500

Spesifikasi	Nilai	Keterangan
Prosesor	Intel Atom	110-3500
RAM	1 GB	
HDD	500 GB	
Kamera	2.0 Mega Pixel	
Objek 3D	Patah-patah	
Sound	Baik	
Waktu Rendering	22.11 detik	10 model file

Dari hasil pengujian terhadap beberapa *notebook* dan PC maka dapat diambil kesimpulan bahwa komputer Toshiba Satellite M505 dengan spesifikasi intel core 2 duo dan RAM 4GB akan menampilkan objek 3D yang sangat baik. begitu juga jika komputer HP mini 110-3500 spesifikasi intel atom dan RAM 1 GB maka menghasilkan tampilan objek 3D juga kurang baik. Kemudian waktu yang digunakan oleh aplikasi ARFuelpump ini untuk *rendering* objek semakin cepat jika menggunakan spesifikasi komputer yang tinggi.

#### 5.3.2.5 Pengujian Kamera untuk Aplikasi ARFuelpump

Pada pengujian ini dilakukan percobaan pada beberapa jenis kamera yaitu kamera eksternal dan kamera *webcam* yang ada pada *notebook*, kemudian pengujian jarak yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana kamera dapat mendeteksi dari *marker* ARFuelpump. Hasil dari percobaan kamera tersebut adalah:

**Table 5.14** Pengujian Kamera dan Jarak ARFuelpump

Jenis Kamera	Pixel	Resolusi	Jarak terpendek	Jarak terjauh	Hasil
<i>M – Tech</i>	5.0M P	320x240	15 cm	115 cm	Gambar objek 3D jelas dan bersih
		352x288	18 cm	224 cm	Gambar objek 3D jelas dan bersih
		640x480	24 cm	228 cm	Gambar objek 3D jelas dan bersih
<i>USB LCL Technology</i>	1.3M P	320x240	13 cm	82 cm	Gambar objek 3D kurang jelas
		352x288	17 cm	93 cm	Gambar objek 3D kurang jelas
		640x480	18 cm	91 cm	Gambar objek 3D kurang jelas
<i>Webcam Notebook Acer Aspire 4739</i>	2.0M P	320x240	13 cm	93 cm	Gambar objek 3D jelas tapi kurang bersih
		352x288	15 cm	102 cm	Gambar objek 3D jelas tapi kurang bersih
		640x480	15 cm	104 cm	Gambar objek 3D jelas tapi kurang bersih

Keterangan hasil:

1. Gambar objek 3D jelas dan bersih yaitu ketika *marker* ditemukan oleh kamera, maka objek 3D langsung muncul dan tanpa ada gangguan sedikitpun, ketika *marker* diputar atau digerakkan objek 3D masih tampil tetap dengan baik mengikuti pergerakan perputaran *marker*, dan tampilan pada *display* bersih dan jelas
2. Gambar objek 3D jelas yaitu ketika *marker* ditemukan oleh kamera maka objek 3D langsung muncul, namun sesekali objek 3D hilang dan muncul kembali dari *marker* ketika digerakkan, namun pada tampilan *display* kurang bersih.
3. Gambar objek 3D kurang jelas yaitu ketika *marker* ditemukan oleh kamera maka objek 3D masih bisa terlihat diatas *marker*, namun lebih sering hilang dan muncul dari *marker* yang terdeteksi oleh kamera, seakan-akan



kamera kesulitan untuk mendeteksi *marker*, kemudian tampilan pada *display* kurang bersih dan objek 3D tidak begitu jelas.

Dengan melakukan beberapa pengujian terhadap kamera, maka kamera M-Tech 5.0 MP akan menampilkan objek yang lebih baik, begitu juga sebaliknya jika kamera USB LCL Technology 1.3 MP, maka hasil yang ditampilkan pada *display* juga akan kurang baik

#### 5.3.2.6 Pengujian Ukuran *Marker* pada Aplikasi ARFuelpump

Pada pengujian ukuran *marker* ini adalah tahap *marker* dibuat dalam ukuran yang berbeda-beda, akan diketahui berapa perbedaan jarak yang dapat di tangkap oleh *webcam* untuk mendeteksi *marker*, setelah dilakukan pengujian maka hasil yang dijumpai adalah sebagai berikut:

**Table 5.15** Pengujian Ukuran *Marker* pada ARFuelpump

No	Ukuran <i>Marker</i>	Jarak kamera - <i>marker</i>	
		Terpendek	Terjauh
1	5 cm	14 cm	83 cm
2	6 cm	15 cm	88 cm
3	9 cm	21 cm	146 cm
4	11 cm	23 cm	149 cm
5	13 cm	30 cm	192 cm
6	15 cm	32 cm	194 cm
7	17 cm	37 cm	253 cm
8	18 cm	42 cm	258 cm
9	19 cm	46 cm	315 cm
10	20 cm	50 cm	328 cm

Pada pengujian ukuran *marker* dengan tingkat yang berbeda-beda, maka dapat dilihat hasil yang juga berbeda-beda dari jarak yang dicapai oleh kamera untuk mendeteksi sebuah *marker*. Semakin besar ukuran *marker* maka jarak

kamera untuk mendeteksi *marker* juga bisa lebih jauh dan semakin kecil ukuran *marker* maka semakin dekat jarak yang bisa ditempuh oleh kamera untuk mendeteksi *marker*.

### 5.3.2.7 Pengujian Menggunakan *User Acceptance Test*

*User acceptance test* merupakan tahap pengujian sistem dengan menyediakan kuisioner yang diisi oleh guru mata pelajaran kejuruan pada sekolah SMKN 1 Bukittinggi dan siswa teknik sepeda motor. Pada pengujian terhadap pengguna (*user acceptance test*), disebarkan kuisioner kepada 13 orang pengguna aplikasi tersebut sebagai berikut:

- a) 2 responden dari guru mata pelajaran jurusan
- b) 1 responden ahli animasi
- c) 10 responden dari siswa

**Table 5.16** Nama-nama responden dari guru

No.	Nama
1	Defrijon, S.T
2	Aristopen S.T

**Table 5.17** Nama responden dari ahli animasi

No.	Nama
1	Mario Asneindra

**Table 5.18** Nama-nama responden dari siswa

No.	Nama
1	Dicky Fernando
2	Andika Rizki
3	Chandra Wijaya
4	Peri Pratama
5	Robby Susanto
6	Zul Fitri
7	Hendra Kusuma
8	Rahmat maulana
9	Ilham Yuanda
10	Henike Olimpia

Penilaian untuk setiap pertanyaan kuisioner guru, ahli animasi dan siswa digolongkan menjadi empat kategori yaitu tidak setuju, kurang setuju, setuju, sangat setuju, dan. Jika digolongkan ke dalam bentuk presentase maka 0-25% diinterpretasikan dalam kategori tidak setuju, 26-50% diinterpretasikan dalam kategori kurang setuju, 51-75% diinterpretasikan dalam kategori setuju, dan 76-100% diinterpretasikan dalam kategori sangat setuju.

### 5.3.2.8 Pengujian Responden Guru

Pada pengujian terhadap responden guru yang diberikan terdapat pada tabel 5.19.

**Tabel 5.19** Tabel hasil aspek multimedia dan penggunaan aplikasi oleh guru

No	Pertanyaan	Tidak setuju	Kurang setuju	Setuju	Sangat setuju
1	Animasi pada aplikasi memudahkan dalam pemahaman materi.			2	
2	Dalam media ini dapat membantu siswa menjadi kreatif.			1	1
3	Membawa kesegaran dan variasi bagi pengalaman belajar siswa.			2	
4	Setujukah media ini aman digunakan siswa.			2	
5	Dibandingkan media yang sudah ada sebelumnya dengan alat bantu ini dapat berpengaruh positif dalam belajar			2	
6	Secara umum materi pelajaran dan objek 3D pada aplikasi sudah sesuai dengan kebutuhan pelajaran Fuel pump			2	
7	Aplikasi ini sudah mendukung dalam bab materi pelajaran Fuel pump			2	
8	Aplikasi ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran Fuel pump yang menarik dan interaktif dibanding konvensional			2	

**Tabel 5.19** Tabel hasil aspek multimedia dan penggunaan aplikasi oleh guru

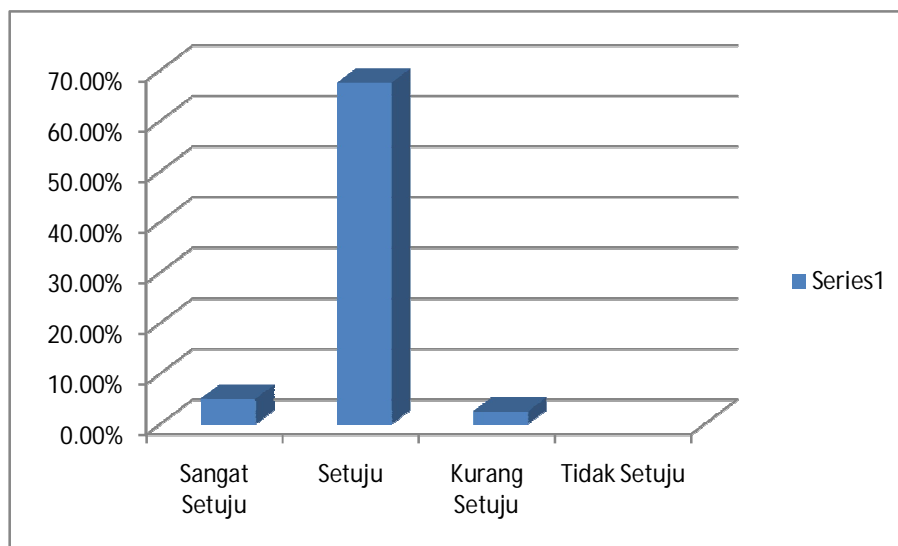
No	Pertanyaan	Tidak setuju	Kurang setuju	Setuju	Sangat setuju
9	Aplikasi ini masih ada kesalahan yang perlu diperbaiki		1	1	
10	Menambah wawasan dalam pembelajaran ini			2	
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>18</b>	<b>1</b>

Secara keseluruhan penilaian kualitas dari aspek multimedia dan penggunaan aplikasi ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.1):

Jadi secara keseluruhan penilaian kualitas dari aspek multimedia ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus tersebut, sehingga untuk masing-masing kondisi diperoleh presentase dari guru sebagai berikut:

1.  $P_{\text{tidak setuju}} = (0 / 20) * 25\% = 0.00\%$
2.  $P_{\text{kurang setuju}} = (1 / 20) * 50\% = 2.50\%$
3.  $P_{\text{setuju}} = (18 / 20) * 75\% = 67.50\%$
4.  $P_{\text{sangat setuju}} = (1 / 20) * 100\% = 5.00\%$

Agar lebih mudah dipahami, setiap kriteria penilaian kualitas dari aspek multimedia ini dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 5.6 Grafik kuisioner guru

Pada Gambar 5.6 dapat dilihat bahwa persentase untuk setuju dan sangat setuju cukup besar, sedangkan nilai kurang setuju dan tidak setuju sangat kecil. Berdasarkan persentase nilai dari setiap pertanyaan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa simulasi yang ditampilkan dapat mempermudah dan membantu guru ketika menjelaskan materi tentang mekanisme cara kerja *fuel pump* dan permasalahannya.

### 5.3.2.9 Pengujian Terhadap Ahli animasi

Pada pengujian terhadap responden ahli animasi yang diberikan terdapat pada tabel 5.20.

**Tabel.5.20** Tabel hasil aspek multimedia aplikasi animasi oleh ahli animasi

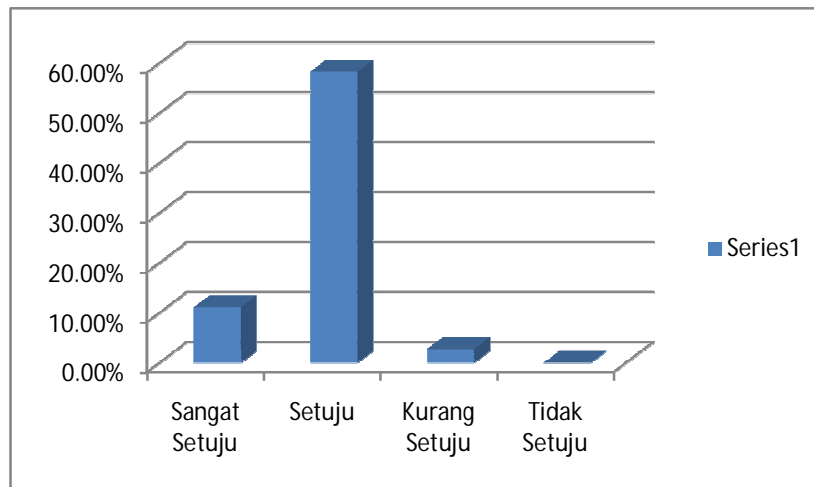
No	Pertanyaan	Tidak Setuju	Kurang Setuju	Setuju	Sangat Setuju
1	Gambar ditampilkan terlihat jelas.			1	
2	Warna sesuai kategori SMK.			1	
3	Setujukah tampilan animasi dalam format .WRL		1		
4	Setujukah anda dengan suara animasi yang ada.			1	
5	Setujukah anda dengan tampilan 3D luar pada animasi AR.			1	
6	Animasi 3D menarik			1	
7	Apakah Model 3D menarik			1	
8	Aplikasi mudah digunakan				1
9	Tujuan multimedia tercapai			1	

Secara keseluruhan penilaian kualitas dari aspek multimedia dan penggunaan aplikasi ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.1):

Maka secara keseluruhan penilaian kualitas dari aspek multimedia ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus tersebut, sehingga untuk masing-masing kondisi diperoleh presentase dari ahli animasi sebagai berikut:

1.  $P_{\text{tidak Setuju}} = (0 / 9) * 25\% = 0.00\%$
2.  $P_{\text{kurang Setuju}} = (1 / 9) * 25\% = 2.78\%$
3.  $P_{\text{Setuju}} = (7 / 9) * 75\% = 58.33\%$
4.  $P_{\text{sangat Setuju}} = (1 / 9) * 100\% = 11.11\%$

Agar lebih mudah dipahami, setiap kriteria penilaian kualitas dari aspek multimedia ini dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 5.7 Grafik kuisioner ahli animasi

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa persentase untuk setuju dan sangat setuju cukup besar, sedangkan nilai kurang setuju dan tidak setuju sangat kecil. Berdasarkan persentase nilai dari setiap pertanyaan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa simulasi yang ditampilkan bagus dan dapat mempermudah guru ketika menjelaskan materi tentang mekanisme cara kerja *fuelpump* dan permasalahannya.

#### 5.3.2.10 Pengujian Terhadap Siswa

Pada pengujian terhadap responden siswa yang diberikan terdapat pada tabel 5.21.

**Tabel 5.21** Tabel hasil aspek multimedia dan penggunaan aplikasi oleh siswa

No	Pertanyaan	Tidak setuju	Kurang setuju	Setuju	Sangat setuju
1	Tampilan aplikasi menarik	0	0	8	2

**Tabel 5.21** Tabel hasil aspek multimedia dan penggunaan aplikasi oleh siswa

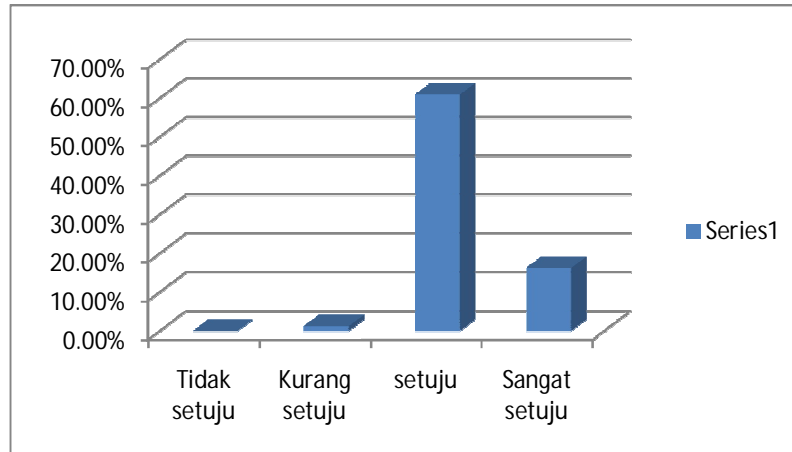
2	Siswa merasa senang belajar dengan simulasi ini.	0	0	7	3
3	Materi pelajaran dan Objek 3D pada aplikasi sudah jelas	0	1	6	3
4	Siswa termotivasi untuk belajar setelah melihat simulasi pembelajaran ini.	0	0	9	1
5	Bagaimanakah tampilan dari permasalahan fuel pump dalam simulasi ini, sudah sesuaikah dengan gambaran yang sebenarnya	0	1	8	1
6	Siswa dapat memahami pelajaran Fuelpump dengan aplikasi Augmented Reality	0	0	10	0
7	Dengan simulasi ini mempermudah siswa dalam memahami tentang mekanisme kerja fuel pump dan permasalahannya	0	0	9	1
8	Apakah siswa setuju jika setiap pengenalan alat-alat mesin yang dengan menggunakan Augmented Reality	0	0	8	2
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>65</b>	<b>13</b>

Secara keseluruhan penilaian kualitas dari aspek multimedia dan penggunaan aplikasi ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.1):

Maka secara keseluruhan penilaian kualitas dari aspek multimedia ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus tersebut, sehingga untuk masing-masing kondisi diperoleh presentase dari siswa sebagai berikut:

1.  $P_{\text{tidak setuju}} = (0 / 80) * 25\% = 0.00\%$
2.  $P_{\text{kurang setuju}} = (2 / 80) * 50\% = 1.25\%$
3.  $P_{\text{setuju}} = (65 / 80) * 75\% = 60.94\%$
4.  $P_{\text{sangat setuju}} = (13 / 80) * 100\% = 16,25\%$

Agar lebih mudah dipahami, setiap kriteria penilaian kualitas dari aspek multimedia ini dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 5.8 Grafik kuisioner siswa.

Pada Gambar 5.8 dapat dilihat bahwa persentase untuk setuju dan sangat setuju cukup besar, sedangkan nilai kurang setuju dan tidak setuju sangat kecil. Berdasarkan persentase nilai dari setiap pertanyaan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa simulasi yang ditampilkan dapat menarik memotivasi siswa untuk belajar dan juga mempermudah siswa dalam memahami mekanisme kerja fuel pump dan permasalahannya.

### 5.3.3 Kesimpulan pengujian Aplikasi ARFuelpump

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil pada aplikasi ARFuelpump yaitu:

1. Jarak *marker* dengan kamera 91 cm dan memiliki kamera dengan resolusi 1.3 MP, sehingga untuk mengidentifikasi pola pada *marker* tidak cukup detail, semakin besar ukuran *marker* maka semakin jauh jarak pendeteksian *marker*.
2. Dalam pengujian seluruh *marker* pada kamera, semua *marker* dapat dideteksi oleh kamera dengan baik, setelah *marker* dideteksi oleh kamera yang ditandai dengan adanya garis berwarna merah dan hijau



pada pinggir *marker*, maka *marker* siap untuk disimpan sebagai *marker* aplikasi ARFuelpump.

3. Secara keseluruhan semua *marker* berjalan dengan baik, begitu juga dengan animasi yang terdapat pada objek 3D.
4. Komputer Toshiba satellite M505 dengan spesifikasi intel core 2 duo dan RAM 4GB akan menampilkan objek 3D yang sangat baik, begitu juga jika komputer HP mini 110-3500 spesifikasi intel atom dan RAM 1 GB maka menghasilkan tampilan objek 3D juga kurang baik. Kemudian waktu yang digunakan oleh aplikasi ARFuelpump ini untuk *rendering* objek semakin cepat jika menggunakan spesifikasi komputer yang tinggi.
5. Kamera M-Tech 5.0 MP akan menampilkan objek yang lebih baik, begitu juga sebaliknya jika kamera USB LCL Technology 1.3 MP, maka hasil yang ditampilkan pada *display* juga akan kurang baik.
6. Ukuran *marker* dengan tingkat yang berbeda-beda, maka dapat dilihat hasil yang juga berbeda-beda dari jarak yang dicapai oleh kamera untuk mendeteksi sebuah *marker*. Semakin besar ukuran *marker* maka jarak kamera untuk mendeteksi *marker* juga bisa lebih jauh dan semakin kecil ukuran *marker* maka semakin dekat jarak yang bisa ditempuh oleh kamera untuk mendeteksi *marker*.
7. Simulasi yang ditampilkan dapat mempermudah dan membantu guru ketika menjelaskan materi tentang mekanisme cara kerja *fuelpump* dan permasalahannya.
8. Simulasi yang ditampilkan bagus dan dapat mempermudah guru ketika menjelaskan materi tentang mekanisme cara kerja *fuelpump* dan permasalahannya.
9. Simulasi yang ditampilkan dapat menarik memotivasi siswa untuk belajar dan juga mempermudah siswa dalam memahami mekanisme kerja *fuelpump* dan permasalahannya.

## BAB VI

### KESIMPULAN

#### 6.1 Kesimpulan

Setelah mempelajari, menganalisa, merancang dan mengimplementasikan serta menguji perangkat lunak interaktif untuk media pembelajaran *Fuelump* berbasis teknologi *augmented reality* ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. ARFuelump merupakan sebuah aplikasi multimedia pembelajaran Fuelump yang dirancang berbasis teknologi *Augmented Reality*. Dengan tambahan sebuah Buku Fuelump, pengguna dapat melihat objek 3D pada layar *desktop* ketika kamera mendeteksi *marker* yang ada pada setiap halaman-halaman Buku Fuelump.
2. ARFuelump telah diperkenalkan kepada sejumlah responden untuk mengetahui ketepatan pada materi Fuelump dan kemudahan dalam penggunaan aplikasi ARFuelump ini, presentase yang diinterpretasikan dalam kategori setuju hasilnya 70.31% diberikan oleh guru bidang studi, presentase yang diinterpretasikan dalam kategori setuju hasilnya 67,50% diberikan oleh ahli animasi dan presentase yang diinterpretasikan dalam kategori setuju hasilnya 60.94% diberikan oleh siswa.
3. Walaupun dengan menggunakan kamera yang berbeda, aplikasi dengan teknologi *Augmented Reality* ini akan berjalan baik apabila menggunakan resolusi keluaran 320x240 dengan frame rate 24 fps.
4. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan aplikasi berbasis *Augmented Reality* adalah faktor pencahayaan. Faktor ini mempengaruhi kestabilan pendeteksian kamera terhadap *marker*, jika tingkat intensitas cahaya terlalu besar atau terlalu kecil maka pendeteksian *marker* akan gagal atau objek 3D yang ditampilkan tidak stabil.

5. Pada materi ARfuelpump ini masih banyak kekurangan bahan dan referensi untuk menceritakan khusus tentang objek *fuelpump* untuk Yamaha V-Ixion .
6. Kebutuhan pada penggunaan spesifikasi komputer juga mempengaruhi pada aplikasi ARFuelpump ini, karena semakin tinggi spesifikasi komputer yang digunakan, maka semakin bagus tampilan objek 3D pada pengguna dan ketepatan pada *rendering* pada setiap objek. Minimum spesifikasi yang dapat digunakan adalah komputer dengan prosesor Intel Pentium 4 dengan RAM 512 MB.
7. Jarak marker dengan kamera juga sangat berpengaruh dalam proses berjalannya program ini bila terlalu dekat atau terlalu jauh maka kamera tidak dapat membaca *marker* dengan baik sehingga program tidak dapat mengenali *marker* tersebut. Jarak terdekat kamera ke marker 12 cm dan jarak terjauh 200 cm.

## 6.2 Saran

Beberapa saran yang perlu diperhatikan untuk pengembangan aplikasi lebih lanjut dimasa yang akan datang yaitu:

1. Aplikasi ini masih memiliki kelemahan yaitu memiliki waktu lama untuk melakukan *load* objek 3D (*rendering*) dalam aplikasi ARFuelpump ini, disarankan untuk mencoba hal yang baru dengan menggunakan *library AR* yang lain seperti NYARToolkit, AndAR, In2AR, Metaio, D'Fusion, OpenSpace 3D dan Unity, kemudian bandingkan terhadap aplikasi ini.
2. Dalam buku ARFuelpump yang menggunakan *Augmented Reality*, disarankan menggunakan kamera eksternal dan resolusi yang tinggi untuk hasil yang lebih baik.
3. Dalam pengembangan aplikasi disarankan menggunakan alat *fuelpump* yang ada sebagai marker agar simulasi yang dibuat sesuai dengan ukuran fuelpump tersebut.
4. Karena simulasi ini masih menampilkan bentuk luar, maka model ARfuelpump dapat dikembangkan dengan simulasi yang lebih detail lagi

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali Bahrami, “*Object Oriented Systems Development*”, McGraw-Hill, Singapore, 1992.
- Arsyad, Azhar, *Media Pembelajaran*. Jakarta : PT. RajaGrafindo Persada, 2007.
- Guntara, Rangga Gelar, dkk. *Brosur Interaktif Menggunakan Augmented Reality dan Website Multimedia*, Bandung, Teknik Informatika, 2010.
- Hamilton, Karen & Olenewa, Jorge, *Augmented Reality in Education*, 2010. (online), (<http://www.authorstream.com/Presentation/k3hamilton-478823-augmented-reality-in-education/>, diakses 21 Agustus 2011)
- Jacko, Julie A. & Andrew Sears, *Handbook of Research on Ubiquitous Computing Technology for Real Time Enterprises*, CRC Press. hlm. 459, 2010.
- Kato, Hirokazu. *Inside ARToolKit*. (online). (<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/Papers/ART02-Tutorial.pdf>, diakses 26 Des 2011).
- LB Rosenberg, Mengembangkan fungsi sistem AR, yang disebut *Virtual Fixtures*, yang digunakan di Angkatan Udara AS *Armstrong Labs*. 1992
- Milgram dan Kishino, penggabungan dan peleburan dunia nyata dan dunia maya ke dalam sebuah *kontinuum virtualitas*, 1994
- Mitra, *Perbedaan bentuk fuelpump pada setiap jenis dan merek sepeda motor*. Jakarta, 2010.
- Myron Krueger, *Videoplace* yang dapat berinteraksi dengan objek *virtual* untuk pertama kalinya, 1975.
- Nurasih, Suci, *Adobe Flash CS4 untuk PEMULA*. Yogyakarta: PT. Andi, 2009.
- Proud2ride, *Media sharing para bikers dan pencinta motor*, 2011. diakses 21 Desember 2012
- Ronald Azuma, "A Survey of Augmented Reality". *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6 (4): 355-385, 1997.
- Santyasa, I wayan, “Landasan Konseptual Media Pembelajaran”, *Jurnal Universitas Pendidikan Indonesia*, 2007.
- Steven Feiner, Blair MacIntyre dan dorée Seligmann, *Major Paper* untuk perkembangan *Prototype AR*, 1992.

Wagino, Jalius Jama, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan,  
Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah,  
Departemen Pendidikan Nasional, 2008.

**KUISIONER PENELITIAN TUGAS AKHIR  
SIMULASI MEKANISME PEMBELAJARAN CARA KERJA  
FUELPUMP DENGAN MENGGUNAKAN AUGMETED-  
REALITY (AR).**

---

**Nama Guru :**  
**Status :**  
**Nip :**

Jawablah pertanyaan berikut dengan melingkari pilihan jawaban. Adapun pertanyaan-pertanyaan kuisisioner yang diajukan adalah sebagai berikut:

- 1) Animasi pada aplikasi memudahkan dalam pemahaman materi  
a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju
- 2) Dalam media ini dapat membantu siswa menjadi kreatif  
a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju
- 3) Membawa kesegaran dan variasi bagi pengalaman belajar siswa  
a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju
- 4) Setujukah media ini aman digunakan siswa.  
a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju
- 5) Dibandingkan media yang sudah ada sebelumnya dengan alat bantu ajar ini dapat berpengaruh positif dalam belajar  
a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju
- 6) Secara umum materi pelajaran dan objek 3D pada aplikasi sudah sesuai dengan kebutuhan pelajaran Fuelpump  
a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju
- 7) Aplikasi ini sudah mendukung dalam bab materi pelajaran Fuelpump  
a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju
- 8) Aplikasi ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran Fuelpump yang menarik dan interaktif dibanding konvensional  
a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju

9) Aplikasi ini masih ada kesalahan yang perlu diperbaiki

- a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju

10) Menambah wawasan dalam pembelajaran ini.

- a. Sangat Setuju      b. Setuju      c. Kurang Setuju      d. Tidak Setuju

Mengetahui

---

**KUISIONER PENELITIAN TUGAS AKHIR  
SIMULASI MEKANISME PEMBELAJARAN CARA KERJA  
FUELPUMP DENGAN MENGGUNAKAN AUGMETED  
REALITY (AR).**

---

**Nama Animator** :  
**Alamat** :  
**Pekerjaan** :

Jawablah pertanyaan berikut dengan melingkari pilihan jawaban. Adapun pertanyaan-pertanyaan kuisisioner yang diajukan adalah sebagai berikut:

- 1) Gambar ditampilkan terlihat jelas
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
  - 2) Warna sesuai kategori siswa SMK
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
  - 3) Setujukah tampilan animasi dalam format .WRL
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
  - 4) Setujukah anda dengan suara animasi yang ada
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
  - 5) Setujukah anda dengan tampilan 3D luar pada animasi AR
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
  - 6) Animasi 3D menarik
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
  - 7) Apakah model 3D menarik
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
  - 8) Aplikasi mudah digunakan
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
  - 9) Tujuan multimedia tercapai
    - a. Sangat Setuju
    - b. Setuju
    - c. Kurang Setuju
    - d. Tidak Setuju
- Mengetahui
-



**KUISIONER PENELITIAN TUGAS AKHIR  
SIMULASI MEKANISME PEMBELAJARAN CARA KERJA  
FUELPUMP DENGAN MENGGUNAKAN AUGMETED  
REALITY (AR).**

---

**Nama Responden** :

**Sekolah** :

Jawablah pertanyaan berikut dengan melingkari pilihan jawaban. Adapun pertanyaan-pertanyaan kuisioner yang diajukan adalah sebagai berikut:

- 1) Tampilan dari aplikasi bagus
  - a. Sangat Setuju
  - b. Setuju
  - c. Kurang Setuju
  - d. Tidak Setuju
- 2) Siswa merasa senang belajar dengan simulasi ini
  - a. Sangat Setuju
  - b. Setuju
  - c. Kurang Setuju
  - d. Tidak Setuju
- 3) Materi pelajaran dan Objek 3D pada aplikasi sudah jelas
  - a. Sangat Setuju
  - b. Setuju
  - c. Kurang Setuju
  - d. Tidak Setuju
- 4) Siswa termotivasi untuk belajar setelah melihat simulasi pembelajaran ini.
  - a. Sangat Setuju
  - b. Setuju
  - c. Kurang Setuju
  - d. Tidak Setuju
- 5) Bagaimanakah tampilan dari permasalahan fuel pump dalam simulasi ini, sudah sesuaikah dengan gambaran yang sebenarnya
  - a. Sangat Setuju
  - b. Setuju
  - c. Kurang Setuju
  - d. Tidak Setuju
- 6) Siswa dapat memahami pelajaran Fuelpump dengan aplikasi Augmented Reality
  - a. Sangat Setuju
  - b. Setuju
  - c. Kurang Setuju
  - d. Tidak Setuju
- 7) Dengan simulasi ini mempermudah siswa dalam memahami tentang mekanisme kerja fuel pump dan permasalahannya.
  - a. Sangat Setuju
  - b. Setuju
  - c. Kurang Setuju
  - d. Tidak Setuju
- 8) Apakah siswa setuju jika setiap pengenalan alat-alat mesin yang dengan menggunakan Augmented Reality
  - a. Sangat Setuju
  - b. Setuju
  - c. Kurang Setuju
  - d. Tidak Setuju

Mengetahui